

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-32936

(43)公開日 平成7年(1995)2月3日

| (51)Int.Cl. <sup>8</sup> | 識別記号      | 序内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|-----------|--------|-----|--------|
| B 6 0 Q 1/14             | A 8715-3K |        |     |        |
| F 2 1 M 3/05             | B 8409-3K |        |     |        |
| 3/18                     | 8409-3K   |        |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全18頁)

(21)出願番号 特願平5-174490

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(22)出願日 平成5年(1993)7月14日

(72)発明者 高木 賢

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 里中 久志

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 中村 隆司

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

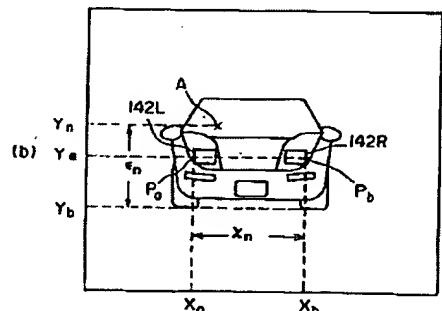
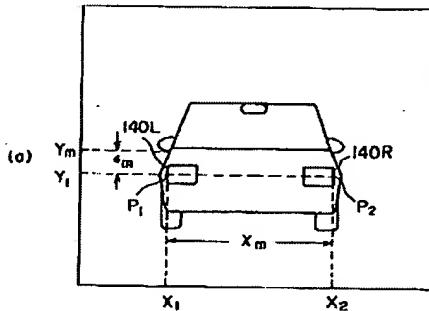
(74)代理人 弁理士 中島 淳 (外2名)

(54)【発明の名称】 ヘッドライト照射範囲制御装置

(57)【要約】

【目的】 先行車両又は対向車両のドライバーにグレアを与えないヘッドライトの照射範囲を拡大する。

【構成】 先行車両又は対向車両を検出するための車両認識領域を設定する。車両認識領域から先行車両のデルランプのエッジ中心位置  $P_1$ 、 $P_2$  又は対向車両のヘッドライトのエッジ中心位置  $P_a$ 、 $P_b$  を検出し、両位置  $P_1$ 、 $P_2$  間距離  $x_m$  又は両位置  $P_a$ 、 $P_b$  間距離  $x_n$  を基に、前記ヘッドライトが先行車両のドアミラーの内最下位置のミラーの位置  $Y_m$  又は対向車両のドライバーのアイポイント  $A$  ( $Y_a$ ) にカットラインが位置するようにアクチュエータを制御する。このように、最下位置のドアミラー又は対向車両のドライバーのアイポイントにカットラインが位置するようにアクチュエータを制御するため、先行又は対向車両にグレアを与えないヘッドライトの照射範囲を拡大せることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】自車両のヘッドライトの照射範囲と非照射範囲との境界ラインを変更させる境界ライン変更手段と、

自車両の走行方向の前方の領域を撮影する撮影手段と、前記撮影手段により撮影された画像に基づいて先行車両のテールランプの車幅方向の最も外側の位置を検出する検出手段と、

前記検出手段により検出された位置間の距離に基づいて先行車両の最下位置に設けられた後方を確認するミラーの位置又はテールランプより上方でかつ先行車両の最下位置に設けられた後方を確認するミラーよりも下方の位置を求める、求めた位置に前記境界ラインが位置するよう前記境界ライン変更手段を制御する制御手段と、を備えたヘッドライト照射範囲制御装置。

【請求項2】自車両のヘッドライトの照射範囲と非照射範囲との境界ラインを変更させる境界ライン変更手段と、

自車両の走行方向の前方の領域を撮影する撮影手段と、前記撮影手段により撮影された画像に基づいて対向車両のヘッドライトの車幅方向の最も外側の位置を検出する検出手段と、

前記検出手段により検出された位置間の距離に基づいて対向車両のドライバーのアイポイント又は対向車両の前輪の接地位置より上方でかつ対向車両のドライバーのアイポイントよりも下方の位置を求める、求めた位置に前記境界ラインが位置するよう前記境界ライン変更手段を制御する制御手段と、を備えたヘッドライト照射範囲制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ヘッドライト照射範囲制御装置に係り、より詳しくは、車両の走行中に、自車両の前方を走行している先行車両や対向車両等の他車両のドライバーにグレアを与えないようにヘッドライトの照射範囲を制御するヘッドライト照射範囲制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、車両には、夜間等にドライバーの前方視認性を向上させるために、車両の最先端に配設されて予め定められた範囲を照射するためのヘッドライトが配設されている。

【0003】このヘッドライトからの光ビームには、自車両の前方を同じ方向に走行している車両（以下、先行車両という。）や自車両に対向する方向に走行している車両（以下、対向車両という。）のないときに遠方範囲まで照射するハイビームと、先行車両や対向車両が存在するとき又は明るい市街地を走行するためのロービームの2つがあり、手動又は自動でハイビームとロービームの切替えを行っている。ハイビームで遠方まで照射して

10

20

30

40

50

いるとき、先行車両又は対向車両が存在しない場合等では問題はないが、ヘッドライトの照射範囲に先行車両又は対向車両が存在する場合には先行車両又は対向車両のドライバーに不快なグレアを与えることとなる。

【0004】このような問題に鑑み、次の車両用前照灯装置が提供されている（特開平1-278848号公報）。すなわち、車体に固定された外枠部材にピンを介して回動可能に支持される筒体と、第1焦点位置と第2焦点位置を有し第1焦点位置は光源の位置であり第2焦点位置は集光レンズの焦点位置である略楕円形状のリフレクタとを一体に連結して構成するヘッドライトと、前方の領域を5つに分け自車両と前方の先行車両との距離に応じて各々の車両のテールランプ又はヘッドライトを独立に検出する5つの受光素子（CCDカメラ等に用いられる撮影素子）と、この受光素子からの出力信号に基づきピンを中心に筒体を上下方向に移動させることにより上記ヘッドライトを上下方向に移動させて上記ヘッドライトの光軸を移動するステップモータと、ヘッドライトとは独立して対向車への照射を制限する遮光板と、から構成されている。

【0005】このように構成された車両用前照灯装置は、画像処理により5つの受光素子の内どの受光素子がテールランプを受光したのかを判断し、受光した受光素子に応じてステップモータの駆動によりピンを介して筒体を移動させることによりヘッドライトの光軸を次第に上下方向に移動させ、常に中间の受光素子の位置へ先行車両のテールランプが入るように、自車両のヘッドライトの光軸を調整することにより、前方車両の後輪下部分位置にホットゾーンを合わせて、先行車両に対し確実にグレアを与えないようになると共に、先行車両と自車両との間に照射されない暗い部分をつらせないようにして、ドライバーの前方視認性を向上させている。また、対向車に対しては、ヘッドライトとは独立して対向車への照射を制限する遮光板により、確実にグレアを与えないようにしている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、先行車両のドライバーにグレアを与えることになるのは、ヘッドライトが先行車両に設けられたドアミラーやフェンダーミラーを照射する場合であり、また、対向車両のドライバーについては、対向車両のドライバーのアイポイントを照射する場合である。従って、ヘッドライトがこれらを照射しなければ、先行車両又は対向車両のドライバーにグレアを与えないことになる。

【0007】しかしながら、上述の車両用前照灯装置では、先行車両のテールランプを常に中间の受光素子の位置へ受光するようにヘッドライトの光軸を調整するようしているため、ヘッドライトの照射範囲は常に先行車両の後輪部分となっている。従って、このヘッドライトの照射範囲は先行車両に対してグレアを与えない限界範

圓まで達しておらず、必要以上にヘッドライトの照射範囲を制限している。このため、ヘッドライトの照射範囲はドライバーにとって最適照射範囲となっていない。また、対向車両に対しても、遮光板がヘッドライトとは独立しており対向車両の位置に応じてヘッドライトの照射範囲を制御していないため、必要以上にヘッドライトの照射範囲を制限している。

【0008】そこで、本発明は、上記事実を考慮して、先行車両又は対向車両のドライバーにグレアを与えないヘッドライトの照射範囲を拡大させることの可能なヘッドライト照射範囲制御装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには請求項1に記載の発明は、自車両のヘッドライトの照射範囲と非照射範囲との境界ラインを変更させる境界ライン変更手段と、自車両の走行方向の前方の領域を撮影する撮影手段と、前記撮影手段により撮影された画像に基づいて先行車両のテールランプの車幅方向の最も外側の位置を検出する検出手段と、前記検出手段により検出された位置間の距離に基づいて先行車両の最下位置に設けられた後方を確認するミラーの位置又はテールランプより上方でかつ先行車両の最下位置に設けられた後方を確認するミラーよりも下方の位置を求め、求めた位置に前記境界ラインが位置するように前記境界ライン変更手段を制御する制御手段と、を備えている。

【0010】請求項2に記載の発明は、自車両のヘッドライトの照射範囲と非照射範囲との境界ラインを変更させる境界ライン変更手段と、自車両の走行方向の前方の領域を撮影する撮影手段と、前記撮影手段により撮影された画像に基づいて対向車両のヘッドライトの車幅方向の最も外側の位置を検出する検出手段と、前記検出手段により検出された位置間の距離に基づいて対向車両のドライバーのアイポイント又は対向車両の前輪の接地位置より上方でかつ対向車両のドライバーのアイポイントよりも下方の位置を求め、求めた位置に前記境界ラインが位置するように前記境界ライン変更手段を制御する制御手段と、を備えている。

【0011】

【作用】請求項1記載した発明では、撮影手段は、自車両の走行方向の前方の領域を撮影する。検出手段は、前記撮影手段により撮影された画像に基づいて先行車両のテールランプの車幅方向の最も外側の位置を検出する。制御手段は、前記検出手段により検出された位置間の距離に基づいて先行車両の最下位置に設けられた後方を確認するミラーの位置又はテールランプより上方でかつ先行車両の最下位置に設けられた後方を確認するミラーよりも下方の位置を求め、求めた位置に前記境界ラインが位置するように前記境界ライン変更手段を制御する。境界ライン変更手段は、求められた位置に境界ラインを位

置させる。

【0012】このように、制御手段が、先行車両の最下位置に設けられた後方を確認するミラーの位置又はテールランプより上方でかつ先行車両の最下位置に設けられた後方を確認するミラーよりも下方の位置に照射領域と非照射領域との境界ラインが位置するように前記境界ライン変更手段を制御するため、先行車両のドライバーにグレアを与えないヘッドライトの照射範囲を拡大させることができ、自車両のドライバーの前方視認性を向上させることができる。

【0013】請求項2記載した発明では、撮影手段は、自車両の走行方向の前方の領域を撮影する。検出手段は、前記撮影手段により撮影された画像に基づいて対向車両のヘッドライトの車幅方向の最も外側の位置を検出する。制御手段は、前記検出手段により検出された位置間の距離に基づいて対向車両のドライバーのアイポイント又は対向車両の前輪の接地位置より上方でかつ対向車両のドライバーのアイポイントよりも下方の位置を求め、求めた位置に前記境界ラインが位置するように前記境界ライン変更手段を制御する。境界ライン変更手段は、求められた位置に境界ラインを位置させる。

【0014】このように、制御手段が、対向車両のドライバーのアイポイント又は対向車両の前輪の接地位置より上方でかつ対向車両のドライバーのアイポイントよりも下方の位置に照射領域と非照射領域との境界ラインが位置するように前記境界ライン変更手段を制御するため、対向車両のドライバーにグレアを与えないヘッドライトの照射範囲を拡大させることができ、自車両のドライバーの前方視認性を向上させることができる。

【0015】

【実施例】以下、図面を参照して、本発明のヘッドライト照射範囲制御装置の第1実施例を詳細に説明する。第1実施例のヘッドライト照射範囲制御装置100は、車両10の前方を同じ方向に走行する先行車両を白黒TVカメラによる階調画像から得る場合に本発明を適用したものである。

【0016】図1に示したように、車両10のフロントボーテー10Aの上面部には、エンジンフード12が配置されており、フロントボーテー10Aの前端部の車幅方向両端部には、フロントバンパ16が固定されている。このフロントバンパ16の上部、かつフロントボーテー10Aの下部には、左右一対（車幅方向両端部）のヘッドライト18、20が配設されている。

【0017】エンジンフード12の後端部付近には、ウインドシールドガラス14が設けられ、このウインドシールドガラス14の上方でかつ車両10内部には、ルームミラー15が設けられている。このルームミラー15近傍には画像処理装置48（図4）に接続された車両前方を撮影するためのTVカメラ22（撮影手段に対応する）が配置されている。なお、TVカメラ22の配設位

置は、車両前方の道路形状を正確に認識できかつ、ドライバーの目視感覚に、より合致するようにドライバーの目視位置（所謂アイポイント）近傍に位置されることが好ましい。

【0018】上記車両10内には図示しないスピードメーターが配設されており、この図示しないスピードメータの図示しないケーブルには、車両10の車速Vを検知する車速センサ66が取り付けられている。

【0019】図2及び図3に示したように、ヘッドライト18は、プロジェクタタイプのヘッドライトで、凸レンズ30、バルブ32及びランプハウス34を有している。このランプハウス34は車両10の図示しないフレームに水平に固定されており、ランプハウス34の一方の開口には、凸レンズ30が固定され、他方の開口には、凸レンズ30の光軸L（凸レンズ30の中心軸）上に発光点が位置するようにソケット36を介してバルブ32が固定されている。

【0020】ランプハウス34内部のバルブ側は、楕円反射面のリフレクタ38とされ、このリフレクタ38によるバルブ38の反射光が凸レンズ30及びバルブ32の間に集光される。この集光点付近には境界ライン変更手段としてのアクチュエータ40、42が配設されている。このアクチュエータ40、42の遮光カム40A、42Aによって、リフレクタ38で反射集光されたバルブ32の光が遮光されて、それ以外の光が凸レンズ30から射出される。

【0021】アクチュエータ40は、遮光カム40A、歯車40B、40C及びモータ40Dから構成され、アクチュエータ42は、遮光カム42A、歯車42B、42C及びモータ42Dから構成されている。遮光カム40A、42Aは、ランプハウス34に固定された回転軸44に回動可能に軸支されており、遮光カム40Aには歯車40Bが固着されている。この歯車40Bには、モータ40Dに固着された歯車40Cが噛み合わされている。このモータ40Dは制御手段及び検出手段としての制御装置50に接続されている。遮光カム40Aは、回転軸44から外周までの距離が連続的に変化するカム形状をしており、制御装置50からの信号に応じてランプハウス34内で遮光カム40Aが回動することにより、バルブ32の光が通過光と遮光された光とに分断される位置が上下に変化する。同様に、遮光カム42Aは、ランプハウス34に固定された回転軸44に回動可能に軸支されており、遮光カム42Aには歯車42Bが固着されている。この歯車42Bには、モータ42Dに固着された歯車42Cが噛み合わされている。このモータ42Dは制御装置50に接続されている。

【0022】従って、遮光カム40A、42Aの上方の位置が、自車両のヘッドライトの照射領域と非照射領域との境界のライン、詳しくは、自車両のヘッドライトの未照射領域の限界ラインであるカットラインとして道路

に位置することになる。すなわち、図16に示したように、遮光カム40Aによってカットライン70が形成され、遮光カム42Aによってカットライン72が形成される。この遮光カム40Aが回動することにより、カットライン70は、上部の最下位に対応する位置（図16のカットライン70の位置、所謂ハイビームのときの未照射領域の限界位置と同一又はそれ以上の位置）から最上位に対応する位置（図16の想像線の位置、所謂ロービームのときの未照射領域の限界位置）まで平行に変位する。同様に、カットライン72は、遮光カム42Aの回動で、最上位の位置（図16のカットライン72の位置）から最下位の位置（図16の想像線の位置）まで平行に変位する。

【0023】ヘッドライト20は、アクチュエータ41、43（図4）を備えている。ヘッドライト20の構成はヘッドライト18と同様であるため詳細な説明は省略する。

【0024】図4に示したように、制御装置50は、リードオンリメモリ（ROM）52、ランダムアクセスメモリ（RAM）54、中央処理装置（CPU）56、入力ポート58、出力ポート60及びこれらを接続するデータバスやコントロールバス等のバス62を含んで構成されている。なお、このROM52には、後述するマップ及び制御プログラムが記憶されている。

【0025】入力ポート58には、車速センサ66及び画像処理装置48が接続されている。出力ポート60は、ドライバ64を介してヘッドライト18のアクチュエータ40、42及びヘッドライト20のアクチュエータ41、43に接続されている。また、出力ポート60は、画像処理装置48にも接続されている。

【0026】この画像処理装置48は、後述するようにTVカメラ22及び制御装置50から入力される信号に基づいてTVカメラ22で撮影したイメージを画像処理する装置である。

【0027】なお、上記道路形状には、進行路の形状、例えばセンターラインや縁石等によって形成される1車線に対応する道路形状を含むものである。

【0028】次に、本実施例で基にした日中において画像処理により先行車両11を認識し、定速走行等のクルーズ制御をする処理を、図6に示した車両認識走行制御ルーチンを参照して説明する。なお、画像信号によって形成されるイメージ上の各画素は、イメージ上に設定された各々直交するX軸とY軸とによって定まる座標系の座標（X<sub>0</sub>、Y<sub>0</sub>）で位置を特定する。

【0029】図5（1）には、車両10が走行する道路122をTVカメラ22によって撮影したときのドライバーが目視する画像と略一致するイメージ120を示した。この道路122は、車両10が走行する車線の両側に白線124を備えている。このイメージ120によって先行車両11を認識する。

【0030】画像処理装置48にイメージ120の画像信号が入力されると、画像処理が開始され、白線候補点抽出処理及び直線近似処理の順に処理し、車両10の走行レーンを検出したのち、車両認識領域W<sub>p</sub>を設定する(ステップ610)。このステップ610の処理を説明する。

【0031】白線候補点抽出処理は、車両10が走行する車線の白線と推定される候補点を抽出する処理であり、先ず、前回求めた白線推定線126の位置に対して所定の幅γを有する領域をウインド領域W<sub>w</sub>と設定する(図5(3)参照)。初回の場合は、予め設定された白線推定線126の設定値を読み取ってウインド領域W<sub>w</sub>を設定する。また、イメージ120の上下の領域には、先行車両11が存在する確度が低いため、上限線128及び下限線130を設け、この間の範囲を、以下の処理対象領域とする。次に、このウインド領域W<sub>w</sub>内において明るさについて微分し、この微分値のピーク点(最大点)を白線候補点であるエッジ点として抽出する。すなわち、ウインド領域W<sub>w</sub>内を垂直方向(図5(3)矢印A方向)に、水平方向の各画素について最下位置の画素から最上位置の画素までの明るさについて微分し、明るさの変動がおおきな微分値のピーク点をエッジ点として抽出する。このエッジ点の連続を図5(3)の点線132に示した。

【0032】次の直線近似処理は、白線候補点抽出処理で抽出されたエッジ点をハフ(Hough)変換を用いて直線近似し、白線と推定される線に沿った直線134、136を求める。この求めた直線136、138と下限線130とで囲まれた領域を車両認識領域W<sub>p</sub>として設定する(図5(4)参照)。なお、上記道路122がカーブ路のときには、上記求めた直線136、138の傾き差を有して下限線130とで囲まれた領域が車両認識領域W<sub>p</sub>として設定される(図5(2)参照)。

【0033】次に、白線候補点抽出処理及び直線近似処理が終了すると、水平エッジ検出処理及び垂直エッジ検出処理の順に処理し、設定された車両認識領域内W<sub>p</sub>において先行車両11の有無を判定すると共に先行車両11の有無ときに車間距離△Vを演算する(ステップ620)。このステップ620の処理を説明する。

【0034】水平エッジ検出処理は、車両認識領域W<sub>p</sub>内において、先ず、上記白線候補点検出処理と同様の処理で水平エッジ点を検出する。次に、検出された水平エッジ点を横方向に積分し、積分値が所定値を越える位置のピーク点E<sub>h</sub>を検出する(図5(5)参照)。

【0035】垂直エッジ検出処理は、水平エッジ点の積分値のピーク点E<sub>h</sub>が複数あるとき、画像上で下方に位置するピーク点E<sub>h</sub>(距離のより近い点)から順に、ピーク点E<sub>h</sub>に含まれる水平エッジ点の両端を各々含むように直線を検出するためのウインド領域W<sub>w</sub>、W<sub>u</sub>を設定する(図5(6)参照)。このウインド領域W<sub>w</sub>、W<sub>u</sub>を

内において垂直エッジを検出し、直線138R、138Lが安定して検出された場合に先行車両11が存在すると判定する。次に、ウインド領域W<sub>w</sub>、W<sub>u</sub>内の各々で検出された直線138R、138Lの横方向の間隔を求めるこことによって車幅を求め、かつこの先行車両11の水平エッジの位置及び求めた車幅から先行車両11と自車両10との車間距離△Vを演算する。直線138R、138Lの各々の代表的なX座標(例えば、平均座標値や多頻度の座標値)の差から演算できる。

【0036】上記処理が終了すると、設定走行処理が実行される(ステップ630)。ステップ630は、定速走行制御や車間距離制御等の設定走行における先行車両の存在をフィードバック制御するための処理例である。例えば、求めた車間距離△Vが所定値を越える場合に定速走行を継続したり、車間距離△Vが所定値以下になると定速走行を解除したりする。また、車間距離を所定値に制御する場合は、自車両10と先行車両11との車間距離△Vが所定距離を維持するように車速等を制御する。

【0037】以下、本実施例の作用を説明する。先ず、ドライバーが車両の図示しないライトスイッチをオンし、ヘッドライト18、20を点灯させると、所定時間毎に図7に示した制御メインルーチンが実行される。本制御ルーチンのステップ200では先行車両認識サブルーチン(図8参照)が実行されて先行車両11が認識される。この先行車両11が認識されると次のステップ300において配光制御サブルーチン(図19参照)によりヘッドライト18、20が配光制御されて本ルーチンを終了する。

【0038】次に、ステップ200の詳細を説明する。先ずステップ202では、上記説明した日中の白線検出と同様に白線検出ウインド領域W<sub>w</sub>を設定する。本実施例では、車両10は夜間走行のため、車両10の前方の略40~50mまでの画像しか検出できないため、車両10の前方60mを越える画像の検出が不要である。このため、白線検出ウインド領域W<sub>w</sub>を、車両10の前方60mまでを検出できるように、上記ウインド領域W<sub>w</sub>から所定の水平線140以上の領域を除去した白線検出ウインド領域W<sub>w</sub>を設定する(図9参照)。

【0039】次に、上記ステップ610の白線候補点抽出処理及び直線近似処理と同様に、白線検出ウインド領域W<sub>w</sub>内のエッジ点を検出し(ステップ204)、ハフ変換を行って(ステップ206)、直線近似された道路122の白線に沿う近似直線142、144を求める(図9参照)。

【0040】次のステップ208では、求めた近似直線の交点P<sub>h</sub>(X座標、X<sub>h</sub>)を求め、求めた交点P<sub>h</sub>と基準とする予め定めた直線路の場合の近似直線の交点P<sub>0</sub>(X座標、X<sub>0</sub>)との水平方向の変位量A(A=X<sub>h</sub>-X<sub>0</sub>)

$-X$ 。)を求める。この変位量Aは、道路122のカーブ路の度合いに対応している。

【0041】次のステップ210では、 $A_2 \geq A \geq A_1$ か否かを判定することにより道路122が略直線路か否かを判定する。この判定基準値 $A_2$ は、直線路と右カーブ路との境界を表す基準値であり、判定基準値 $A_1$ は、直線路と左カーブ路との境界を表す基準値である。

【0042】ステップ210で直線路と判定された場合には、自車両10の車速Vを読み取って(ステップ212)、次のステップ214において、読み取った車速Vに応じた、車両認識領域 $W_p$ を設定するために近似直線の位置を補正する左右の補正幅 $\alpha_{s1}$ 、 $\alpha_{s2}$ を決定する。高速走行時は車両が旋回可能な道路の曲率半径が大きいため、略直線の道路を走行していると見なせるが、低速走行時は車両の直前方が略直線に近い道路であっても遠方は道路の曲率半径が小さくなっている場合があるので車両10の前方60mまでの白線だけでは道路が直線か否かを判別できないことがある。従って、低速走行時は補正幅を大きくし、高速走行時は小さくすることによって(図12参照)、低速走行時は高速走行時より車両認識領域 $W_p$ を大きくして、先行車両11の認識領域を大きくする(図11参照)。

【0043】次のステップ216では、下限線130、近似直線142、144及び決定された左右の補正幅 $\alpha_{s1}$ 、 $\alpha_{s2}$ を用いて先行車両11を認識処理する車両認識領域 $W_p$ を決定する(図10参照)。

【0044】上記ステップ210で否定判定されると、ステップ218において、 $A > A_2$ か否かを判定することによって、道路が右カーブ路か左カーブ路かを判定する。肯定判定の場合には、道路は右カーブ路と判定され、車両10の車速Vを読み取って(ステップ220)、読み取った車速Vに応じた左右の補正幅 $\alpha_{s1}$ 、 $\alpha_{s2}$ に対する補正幅 $\alpha_{s1}'$ 、 $\alpha_{s2}'$ を決定する(ステップ222、図12参照)。次のステップ224では、カーブ路の度合いである変位量Aに応じて車両認識領域の左右の補正幅 $\alpha_{s1}$ 、 $\alpha_{s2}$ を決定するためのゲインGL、GRを決定し(図13、図14参照)、ステップ226において、決定された補正幅 $\alpha_{s1}'$ 、 $\alpha_{s2}'$ 及びゲインGL、GRに基づいて最終的なウインド領域の左右の補正幅 $\alpha_{s1}$ 、 $\alpha_{s2}$ を決定する。このとき道路はカーブ路であるため、左右は非対称となり、近似直線142、144は異なる傾きとなる。このため、左右の補正幅 $\alpha_{s1}$ 、 $\alpha_{s2}$ は独立した値に設定される。すなわち、道路が右カーブ路で曲率半径が小さい(変位量Aが大)ときは、先行車両11が右側に存在する確度が高い。従って、右側のゲインGRを大きくすることにより補正幅 $\alpha_{s1}$ は大きくし(図13参照)かつ左側のゲインGLを小さくすることにより補正幅 $\alpha_{s2}$ は小さくする(図14参照)。また、道路が右カーブ路で曲率半径が大きい(変位量Aが小)ときは、右側のゲインGRを小さくすることにより

補正幅 $\alpha_{s1}$ は小さくしか左側のゲインGLを大きくすることにより補正幅 $\alpha_{s2}$ は大きくする。この補正幅の変化を、図15にイメージとして表した。

【0045】ステップ228では、決定されたウインド領域の左右の補正幅 $\alpha_{s1}'$ 、 $\alpha_{s2}'$ を用いて先行車両11を認識処理する車両認識領域 $W_p$ を設定する。

【0046】一方、ステップ218で否定判定されると、左カーブ路とみなしてステップ230へ進み、車両10の車速Vを読み取る。次に、この車速Vに応じて、左右の補正值 $\alpha_{s1}'$ 、 $\alpha_{s2}'$ を決定し(ステップ232、図12参照)、変位量Aに応じた左右のゲインGL、GRを決定する(ステップ234)。すなわち、道路が左カーブ路で曲率半径が小さい(変位量Aが大)ときは先行車両11が左側に存在する確度が高いため、右側のゲインGRを小さくすることにより補正幅 $\alpha_{s1}'$ は小さくし(図17)かつ左側のゲインGLを大きくすることにより補正幅 $\alpha_{s2}'$ は大きくする(図18)。次のステップ236では、決定された補正值 $\alpha_{s1}'$ 、 $\alpha_{s2}'$ 及びゲインGL、GRに基づいて最終的なウインド領域の左右の補正幅 $\alpha_{s1}$ 、 $\alpha_{s2}$ を決定し、決定されたウインド領域の左右の補正幅 $\alpha_{s1}'$ 、 $\alpha_{s2}'$ を用いて先行車両を認識処理する車両認識領域 $W_p$ を決定する(ステップ238)。

【0047】上記のように車両認識領域 $W_p$ が決定されると、ステップ240へ進み、上記ステップ620の先行車両検出処理と同様に決定された車両認識領域 $W_p$ 内において水平エッジ点積分を行うことにより、存在する先行車両を認識処理する。次のステップ242で、図32(a)に示すように、先行車両のテールランプのエッジ中心位置 $P_1$ 、 $(X_1, Y_1)$ 、 $P_2$ 、 $(X_2, Y_2)$ を検出する。この座標値 $Y_1$ は、ステップ240で先行車両を認識処理した際求められた車幅方向の最も外側の直線140R、140LのY方向の最上位置のY座標値と最下位置のY座標値との平均値であり、座標値 $X_1$ 、 $X_2$ は、直線140L、140RのX方向の座標値である。次のステップ244で座標値 $X_1$ から座標値 $X_2$ を減算することにより両テールランプのエッジ間距離 $x$ を求める。次に、次のステップ246で、この両テールランプのエッジ中心位置間距離 $x$ に所定の定数 $\alpha$ を乗算することによりテールランプのエッジ中心位置からドアミラーの位置、すなわち、カットラインの最も好ましい位置であるドアミラーの最下部位置までのY方向の距離 $\varepsilon$ を求める。ここで、定数 $\alpha$ は次のようにして求めたものである。すなわち、多数の乗用車について、前述の両エッジ間距離 $x$ とテールランプのエッジ中心位置 $P_1$ 、 $P_2$ からドアミラーの最下部位置までのY方向の距離 $\varepsilon$ との比を測定したところ、(1)式に示すように略一定の値、0.55が得られたものである。なお、このようにテールランプのエッジ中心位置を基準としてドアミラーの最下部位置までのY方向の距離 $\varepsilon$ を求めているの

11

は、TVカメラ22で先行車両を撮影して得られる先行車両の情報としては後続車両のドライバーによく見えるようにするため配置位置が限定的に定められたテールランプの光が主であるからである。

$$x_0 / \varepsilon_0 = 0, 55 \dots (1)$$

次のステップ248で、テールランプのエッジ中心位置の座標値 $Y_0$ に距離 $\varepsilon_0$ を加算することにより画像上のドアミラーの最下部位置の座標値 $Y_0$ を求め、本ルーチンを終了する。なお、走行路の凹凸等により両テールランプの $Y$ 座標値が異なる場合には、それらの平均を求め、この平均値に距離 $\varepsilon_0$ を加算することによりドアミラーの座標値 $Y_0$ を求める。

【0048】このように、車速及び道路の曲線の度合いに応じて、先行車両11の認識領域を変動させているため、得られる車両認識領域は、実際に先行車両が存在する確度が高い範囲を確実に含むことができ、高い確度で先行車両を認識することができる。

【0049】なお、本実施例では、上記図12の関係を速度マップとして記憶し、図17の関係を左GRマップとして記憶し、図13の関係を右GRマップとして記憶し、図18の関係を左GLマップとして記憶し、図14の関係を右GLマップとして記憶している。

【0050】また、上記白線の検出できなかった場合には、前回検出された白線の位置に基づく車両認識領域を用いる。

【0051】次に、ステップ300を詳細に説明する。ステップ300は、求めたドアミラーの座標値 $Y_0$ に応じてカットラインの位置を変更するアクチュエータを制御するためのサブルーチンである(図19参照)。

【0052】先ず、ステップ302では、座標値 $Y_0$ に基づいて、右側のカットライン制御に対応するアクチュエータ40の制御値 $DEG_1$ を設定する。すなわち、図20に示したように本実施例では、ドアミラーの最下部位置の $Y$ 座標値と制御値 $DEG_1$ 及び制御値 $DEG_2$ との関係をテーブルであるマップとしてROM52に記憶しており、この座標値 $Y_0$ を基に制御値 $DEG_1$ を読み出すことにより設定する。次のステップ304で、画像の中央の座標値 $X_0$ から左側のテールランプのエッジ位置の座標値 $X_1$ を減算し、この減算値を図21に示すように傾き $\theta$ を乗算することにより $Y$ 方向の距離 $\Delta Y$ を求める。ここで、このような処理を行うとしたのは、座標値 $Y_0$ を基に左側のカットライン制御に対応するアクチュエータ40の制御値 $DEG_2$ を設定しても、図21、図16に示したように本実施例では左側のカットライン72が $\theta$ だけ傾いていることから、ヘッドライトが先行車の左側のドアミラーを照射する場合がある。従って、左側のカットライン72を下げるため、画像中央の座標値 $X_0$ から左側のテールランプの座標値 $X_1$ までの $Y$ 座標の上昇分 $\Delta Y$ を求める必要があるからである。なお、逆光カムが同一直線となっておりカットラインが直線とな

10

20

30

40

50

12

っている場合にはこの処理は行わず、座標値 $Y_0$ に基づいてアクチュエータの制御値 $DEG$ を設定すれば足りる。

【0053】次のステップ306で、座標値 $Y_0$ から $\Delta Y$ を減算した値 $Y_1$ を求める、次のステップ308で、値 $Y_1$ を基に左側のカットライン72制御に対応するアクチュエータ40の制御値 $DEG_1$ を設定する。以上のようにアクチュエータ40、42の制御値 $DEG_1$ 、 $DEG_2$ が設定されると、次のステップ310で、設定されたアクチュエータの制御値 $DEG_1$ 、 $DEG_2$ に応じてアクチュエータを制御することにより、アクチュエータ40、42の逆光カムを移動しカットライン70、72を先行車両のドアミラーの最下部へ移動し、本ルーチンを終了する。

【0054】このように、本実施例では、TVカメラで撮影した画像から車両前方の道路内に存在する先行車両を認識するための車両認識領域を設定すると共に、車速及び道路の形状に応じてこの車両認識領域を変更して先行車両を認識しつつ、テールランプのエッジ中心位置間の距離 $x_0$ に基づいてドアミラーの最下部位置を検出して、この位置に未照射領域の限界ラインであるカットライン70、72を位置させているため、ヘッドライトの照射範囲を先行車両11のドライバーにグレアを与えない限界範囲まで広げることができ、これにより照射範囲が広がりドライバーの視認性が向上し、自車両10のヘッドライトによる最適な光の照射が行える。

【0055】次に、第2実施例を説明する。第1実施例では車両10の前方の画像から先行車両を認識しているが、第2実施例では、対向車両11Aを認識して配光を制御するものである。なお、第2実施例の構成は、上記第1実施例と略同様のため、同一部分については同一の符号を付して説明を省略する。

【0056】次に、第2実施例の作用を説明する。先ず、ドライバーが車両の図示しないライトスイッチをオンし、ヘッドライト18、20を点灯させると、所定時間毎に図22に示した制御メインルーチンが実行される。本制御ルーチンのステップ400では対向車両認識サブルーチン(図23参照)が実行されて先行車両11が認識される。この対向車両11が認識されると次のステップ500において、対向車両のドライバーのアイポイントを検出するサブルーチン(図28参照)が実行される。このアイポイントが検出された後、次のステップ600で、配光制御サブルーチン(図31参照)によりヘッドライト18、20を配光制御して本ルーチンを終了する。

【0057】次にステップ400を詳細に説明する。まず、ステップ402では、上記で説明した先行車両認識ルーチン(図8)におけるステップ202からステップ208までを実行するサブルーチンである。すなわち、白線検出ウインド領域 $W_{11}$ を設定し、この領域 $W_{11}$ 内の

エッジ点を検出し、ハフ変換を行って、直線近似された道路122の白線に沿う近似直線142、144を求める。

【0058】次のステップ404では、求めた近似直線142、144の交点P<sub>1</sub>と、基準とする直線路の場合の近似直線の交点P<sub>2</sub>との水平方向の変位量A（ステップ208参照）を読み取る。

【0059】次に、ステップ406において、A<sub>1</sub>≥A<sub>2</sub>か否かを判定し、道路122が略直線路と判定された場合には、車両10の車速Vを読み取って（ステップ408）、次のステップ410において読み取った車速Vに応じた対向車両認識領域W<sub>po</sub>を設定するための近似直線の位置を補正する右側の補正幅α<sub>10</sub>を決定する。すなわち、上記先行車両認識と同様に低速走行時は補正幅を大きくし、高速走行時は小さくする（図24参照）。この場合、低速走行時の対向車両認識領域W<sub>po</sub>は、高速走行時のそれよりも広くなる。

【0060】次のステップ412では、下限線130、近似直線144及び決定された補正幅α<sub>10</sub>を用いて対向車両11Aを認識処理する車両認識領域W<sub>po</sub>を決定して、本ルーチンを終了する（図27参照）。

【0061】上記ステップ406で否定判定されると、ステップ414において、A>A<sub>1</sub>か否かの判定で道路が右カーブ路か左カーブ路かを判定する。肯定判定の場合には、道路は右カーブ路と判定され、車両10の車速Vを読み取って（ステップ416）、読み取った車速Vに応じた補正幅α<sub>10</sub>に対する補正値α<sub>10</sub>'を決定する（ステップ418、図24参照）。次のステップ420では、カーブ路の度合いである変位量Aに応じて車両認識領域の補正幅α<sub>10</sub>を決定するためのゲインGR<sub>1</sub>を決定し（図25参照）、ステップ422において、決定された補正値α<sub>10</sub>'及びゲインGR<sub>1</sub>に基づいて最終的な対向車両認識領域W<sub>po</sub>を設定するための近似直線の位置を補正する右側の補正幅α<sub>10</sub>を決定する。次のステップ424では、決定された補正幅α<sub>10</sub>を用いて対向車両11Aを認識処理する車両認識領域W<sub>po</sub>を決定して、本ルーチンを終了する。

【0062】一方、ステップ414で否定判定されると、左カーブ路とみなしてステップ426へ進み、車両10の車速Vを読み取る。次に、読み取った車速Vに応じて、補正値α<sub>10</sub>'を決定し（ステップ428、図24参照）、変位量Aに応じたゲインGR<sub>1</sub>を決定する（ステップ430、図26参照）。次のステップ432では、決定された補正値α<sub>10</sub>'及びゲインGR<sub>1</sub>に基づいて最終的なウインド領域の補正幅α<sub>10</sub>を決定し、決定された補正幅α<sub>10</sub>を用いて先行車両を認識処理する車両認識領域W<sub>po</sub>を決定して（ステップ434）、本ルーチンを終了する。

【0063】なお、本実施例では、上記図24の関係を速度マップとして記憶し、図25の関係を左GRマップ

として記憶し、図26の関係を右GRマップとして記憶している。次にステップ500を詳細に説明する。上記のように対向車両認識領域W<sub>po</sub>が決定されると、ステップ504へ進み、入力画像であるイメージ120（図29（1）参照）を2値化する。すなわち、対向車両のヘッドライトからの光は直接光であり、光量の特定が比較的容易なため、イメージ120の所定のしきい値（例えば、明るさのピーク値の90%の値）以上の領域を明領域（例えば、データ1）、しきい値未満の領域を暗領域（例えば、データ0）として2値化する（図29（2）参照）。次に、膨張収縮処理を所定回（本実施例では、3回）繰り返し、凸凹を除去する（ステップ506）。すなわち、明領域について境界画素の全てを削除し、ひと皮分取り除く収縮処理と、これと逆に境界画素を背景方向に増殖させてひと皮分太らせる膨張処理を行って、弱い結合の領域同士を分離すると共に、明領域と暗領域との境界部分の微小な凸凹を除去する。

【0064】次のステップ508では、この微小な凸凹が除去された各々の明領域に対してラベリングする（図29（3）の符番1～3参照）。次に、ステップ510においてラベリングされた各々の明領域に対して画素単位の重心位置及び面積を演算する。この重心位置は明領域に含まれる各画素のX座標値及びY座標値から演算できかつ、面積は明領域に含まれる画素数を計数することにより演算できる。この場合、図29（3）に示したように、符番1の明領域は重心値（X<sub>1</sub>，Y<sub>1</sub>）であり、面積S<sub>1</sub>である。同様に、符番2の明領域は重心値（X<sub>2</sub>，Y<sub>2</sub>）、面積S<sub>2</sub>であり、符番3の明領域は重心値（X<sub>3</sub>，Y<sub>3</sub>）、面積S<sub>3</sub>である。

【0065】ここで、通常、対向車両11Aは左右1対のヘッドライトを備えており、対向車両11Aが自車両10へ向けて照射した光は、略水平方向に1対でかつ車幅に応じた所定間隔の明領域として形成される。従って、イメージ120から、略水平方向に1対でかつ車幅に応じた所定間隔の明領域を検出すれば、その1対の明領域は対向車両のヘッドライトである確度が高い。そこで、次のステップ512では、重心の座標が略等しく、X座標の距離が標準的な車両のヘッドライト間隔に対応する所定値以下の明領域ペアを全て検出し、対向車両11Aのヘッドライトの候補領域とする。この場合、明領域ペアAが該当する（図29（3）参照）。

【0066】また、ヘッドライトは通常車両の低い位置に配設されており、道路や走行路等の路面に反射したヘッドライトからの光も、車両前方へ照射される。従って、対向車両11Aが存在するときには、イメージ120に、ヘッドライトからの直接光（明領域ペア）の下方でかつ所定位置（路面）に明領域が形成されることになる。このため、明領域ペアの下側に明領域が存在すれば、高い確度で対向車両11Aの存在が認識できる。また、この明領域の形成状態は路面の状態に応じて異な

る。例えば、舗装された道路等では、1対のヘッドライトからの光は路面において散乱し、1つの明領域を形成する(図29)。また、雨天等で路面の反射率が高い場合には、1対のヘッドライトからの各々の光が路面で反射され、路面には2つの明領域が形成される(図30(1)参照)。従って、次のステップ514では、検出された対向車両11Aの候補領域(明領域ペア)の内、明領域ペアの下側に所定値以上の面積を有する1~2個の明領域が対応する明領域ペアがある場合に対向車両11Aのヘッドライトと認識し対向車両11Aが存在すると認識する。すなわち、図29の場合、明領域ペアA(符番1、2の明領域)に対応する明領域(符番3)の存在により明領域ペアAを対向車両11Aのヘッドライトとして認識することにより対向車両11Aが存在を認識する。また、雨天等の場合、図30(2)に示したように、明領域ペアB(符番4、5の明領域)に対応する明領域(符番6、7)の存在により明領域ペアBを対向車両11Aのヘッドライトとして認識することにより対向車両11Aが存在を認識する。このような方法で対向車両を認識するようにしたのは、1つの明領域ペアのみを基にしたのでは対向車側には標識、電柱等種々の物体が存在しこれらから反射した光によって標識、電柱等を対向車と判断してしまう場合がある一方、対向車のヘッドライトから自車両に届く光には直接自車両に届く光と路面で反射して自車両に届く光とがあり対向車であれば明領域ペアとこの明領域ペアに対応する明領域又は明領域ペアとの組み合わせがあることを考慮したためである。

【0067】このようにして対向車両11Aが認識されると、次のステップ516において、ヘッドライトエッジ中心位置P<sub>u</sub>(X<sub>u</sub>, Y<sub>u</sub>)、P<sub>b</sub>(X<sub>b</sub>, Y<sub>b</sub>)を検出する。このヘッドライトエッジ中心位置における座標値Y<sub>u</sub>は、ステップ514で対向車両11Aの存在を認識処理した際求められた車幅方向の最も外側の直線142R、142LのY方向の最上位置のY座標値と最下位置のY座標値との平均値であり、座標値X<sub>u</sub>、X<sub>b</sub>は、直線142L、142RのX方向の座標値である。次のステップ518で、座標値X<sub>u</sub>から座標値X<sub>b</sub>を減算することにより両ヘッドライトエッジ間距離x<sub>u</sub>を求め、次のステップ520で、距離x<sub>u</sub>に定数βを乗算することにより対向車両の前輪の接地位置(座標値Y<sub>u</sub>)からカットラインの最も好ましい位置であるドライバーのアイポイントAまでのY方向の距離ε<sub>u</sub>を求める。ここで、定数βは次のようにして求めたものである。すなわち、多数の乗用車について、前述の両エッジ間距離x<sub>u</sub>と対向車の前輪の接地位置からドライバーのアイポイントまでのY方向の距離ε<sub>u</sub>との比を測定したところ、(2)式に示すように略一定の値、0.6が得られたものである。なお、このようにヘッドライトのライトエッジ中心位置を基準とせず対向車の前輪の接地

位置を基準としてドライバーのアイポイントAまでの距離ε<sub>u</sub>を検出するとしたのは、TVカメラ22で対向車両を撮影して得られる対向車両の情報としてはヘッドライトの光が主であるが、車両の種類によってヘッドライトの位置がまちまちでありヘッドライトを基準とすることができないからであり、通常の乗用車の場合には対向車の前輪の接地位置からドライバーのアイポイントまでの距離ε<sub>u</sub>は略一定であるからである。

$$x_u / \varepsilon_u = 0.6 \dots (2)$$

10 次のステップ522で、対向車両の前輪の接地位置の座標値Y<sub>u</sub>を検出する。この座標Y<sub>u</sub>は、明領域ペアのY座標値とこの明領域ペアに対応する明領域又は明領域ペアのY座標値との平均値である。すなわち、雨天でない場合には図29(3)に示すように、対向車から自車両へ直接照射された光を基に検出された座標値Y<sub>u</sub>と座標値Y<sub>b</sub>との平均値と、路面で反射して自車両に照射された光を基に検出された座標値Y<sub>b</sub>との平均値から求められ、雨天の場合には図30に示すように、明領域ペアのそれぞれのY座標値の平均値の平均値から求められる。次のステップ524で、この座標値Y<sub>u</sub>に距離ε<sub>u</sub>を加算することによりアイポイントAの位置の座標値Y<sub>u</sub>を求め、本ルーチンを終了する。

【0068】このように、カーブ路の度合い及び車速に応じて決定された対向車両認識領域W<sub>u</sub>内において、対向車両11Aが認識処理される。この認識処理時には、TVカメラ22により撮影した画像(イメージ)内に、外灯や車両以外からの反射光による複数の光点が形成されている場合であっても、1対のヘッドライトのそれぞれの明領域を検出し、更に、この明領域ペアから下方に存在する路面の反射部位における明領域が存在するときに対向車両のヘッドライトと認識して、対向車両を認識している。このように、本実施例では、対向車両である確度が高い明るい領域のみを抽出することができ、より確実に対向車両を認識することができる。

【0069】次にステップ600を詳細に説明する。アイポイントの座標値Y<sub>u</sub>が検出された後、ヘッドライトの配光を制御するサブルーチン(図31参照)が実行され、ステップ602からステップ608において、前述の先行車両のドライバーにグレアを与えないようにヘッドライトの配光を制御する処理(ステップ302からステップ308)と同様の処理を行い、座標値Y<sub>u</sub>及びY<sub>b</sub>に基いてそれぞれ対応する右側及び左側のカットライン制御に対応するアクチュエータ40の制御値DEG<sub>u</sub>及びDEG<sub>b</sub>を設定する。ステップ510では、設定されたアクチュエータの制御値DEG<sub>u</sub>、DEG<sub>b</sub>に応じてアクチュエータを制御することにより、アクチュエータ40、42の遮光カムを移動しカットライン70、72を対向車両のドライバーのアイポイントAに移動し、本ルーチンを終了する。

【0070】このように、本実施例では、対向車両のド

ライバーのアイポイントを検出してこの位置に未照射領域の限界ラインであるカットライン70、72を位置させるようにアクチュエータを制御しているため、ヘッドライトの照射範囲を対向車両11Aのドライバーにグレアを与えない限界範囲まで広げることができ、これにより照射範囲が広がりドライバーの視認性が向上し、自車両10のヘッドライトによる最適な光の照射が行える。

【0071】なお、上記実施例では、遮光カムによって車両前方の照射範囲を制御するようにしたが、遮光板やシャッターによってヘッドライトの光を遮光するようにしてもよい。また、ヘッドライトの光を遮光することにより配光を制御しているが、ヘッドライトの射出光軸を傾向するようにしてもよい。

【0072】また、上記実施例では、対向車両が自車両の前方右側に存在する左側通行による道路法規で走行する車両の場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、右側通行による車両にも容易に適用できる。

【0073】また、上記実施例において初期データである道路の白線のデータに、平地でかつ所定幅のラインが車両の両側に設けられた直線路を走行したときのデータを記憶することにより、画像検出時に白線検出が行えない場合であっても、標準的な認識領域を設定することできる。また、このデータを複数パターン記憶し、選択することによって、ドライバーの設定による認識領域を定めることができる。

【0074】また、上述の実施例では、白黒TVカメラによる階調画像から先行車両のテールランプ及び対向車両のヘッドライトを検出する例について説明したが、これに限られるものではなく、例えば、カラーCCD等を備えた画像装置（カラーテレビ）で検出するようにしてもよい。

【0075】また、上述の実施例では、長方形のテールランプ及びヘッドライトのエッジ中心位置を検出する例について説明したが、これに限られるものではなく、丸い形のテールランプ及びヘッドライトの最も外側の位置を検出するようにしてもよい。

【0076】また、上述の第1実施例では、先行車両のドアミラーの最下部位置をテールランプのエッジ中心位置を基準に求めているが、これに限られるものではなく、エッジの最上位置又は最下位置を基準としてもよい。なお、この場合には、この基準とする位置に応じて定数 $\alpha$ の値を変化させる必要がある。また、上述の第2実施例では、対向車両の前輪の接地位置から対向車のドライバーのアイポイントまでの距離をヘッドライトのエッジ中心位置を基準に求めているが、これに限られるものなく、エッジの最上位置又は最下位置を基準としてもよい。なお、この場合には、この基準とする位置に応じて定数 $\beta$ の値を変化させる必要がある。

【0077】また、第1実施例では、先行車両のドライ

バーに対してグレアを与えない制御について説明し、第2実施例では、対向車両のドライバーに対してグレアを与えない制御について、それぞれ別々に説明したが、これに限られるものなく、先行車両及び対向車両のドライバーの双方にグレアを与えないように制御してもよい。なお、この場合には、先行車両領域と対向車両領域とをそれぞれ設定しそれぞれの領域で先行車両及び対向車両を認識し、ヘッドライトの限界照射範囲は、先行車両のドアミラー又はフェンダーミラーの最下部位置と対向車両のドライバーのアイポイントの位置の内最下位置にカットラインを位置させるようにすればよい。

【0078】また、上述の実施例では、先行車両のドライバーにグレアを与えないために、カットラインの最も好ましい位置である先行車両の最下位置に設けられた後方を確認するミラーであるドアミラーやフェンダーミラー（インナーミラー（ルームミラー）を除く）の最下部位置にカットラインを位置するようにしているが、これに限定するものなく、テールランプより上方でかつドアミラー及びフェンダーミラーよりも下方の位置を求めて、求めた位置にカットラインを位置するようにしてもよい。また、対向車両のドライバーにグレアを与えないために、カットラインの最も好ましい位置である対向車両のドライバーのアイポイントにカットラインを位置するようにしているが、これに限定するものなく、対向車両の前輪の接地位置より上方でかつ対向車両のドライバーのアイポイントよりも下方の位置にカットラインを位置するようにしてもよい。

【0079】

【発明の効果】以上説明したように請求項1に記載した発明によれば、先行車両の最下位置に設けられた後方を確認するミラーの位置又はテールランプより上方でかつ先行車両の最下位置に設けられた後方を確認するミラーよりも下方の位置に照射領域と非照射領域との境界ラインが位置するように前記境界ライン変更手段を制御するため、先行車両のドライバーにグレアを与えないヘッドライトの照射範囲を拡大させることができ、自車両のドライバーの前方視認性を向上させることができる。

【0080】請求項2に記載した発明によれば、対向車両のドライバーのアイポイント又は対向車両の前輪の接地位置より上方でかつ対向車両のドライバーのアイポイントよりも下方の位置に照射領域と非照射領域との境界ラインが位置するように前記境界ライン変更手段を制御するため、対向車両のドライバーにグレアを与えないヘッドライトの照射範囲を拡大させることができ、自車両のドライバーの前方視認性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例に利用した車両前部を示す車両斜め前方から見た斜視図である。

【図2】本発明が適用可能なヘッドライトの概略構成斜視図である。

19

【図3】ヘッドライトの概略構成断面図(図2の1-1線)である。

【図4】制御装置の概略構成を示すブロック図である。

【図5】日中に撮影したTVカメラが送出する画像信号に基づいて先行車両を認識する過程を説明するためのイメージ図である。

【図6】日中に撮影したTVカメラの画像信号に基づく先行車両の認識処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図7】第1実施例の制御メインルーチンを示すフロー 10 チャートである。

【図8】第1実施例の先行車両認識処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図9】白線認識時のウインド領域を示す線図である。

【図10】車両認識領域を示す線図である。

【図11】車速に応じて車両認識領域を変動させることを説明するためのイメージ図である。

【図12】第1実施例の車速とウインド領域の補正幅(補正值)との関係を示す線図である。

【図13】右カーブ路の度合とウインド右側の補正幅を 20 決定するゲインとの関係を示す線図である。

【図14】右カーブ路の度合とウインド左側の補正幅を決定するゲインとの関係を示す線図である。

【図15】異なる曲率のカーブ路に対するウインド領域及び補正幅を示すイメージ図である。

【図16】アクチュエータにより変位するカットラインを説明するためのイメージ図である。

【図17】左カーブ路の度合とウインド右側の補正幅を決定するゲインとの関係を示す線図である。

【図18】左カーブ路の度合とウインド左側の補正幅を 30 決定するゲインとの関係を示す線図である。

【図19】第1実施例の配光制御サブルーチンを示すフローチャートである。

【図20】ドアミラーの画像上のY座標値とアクチュエータの制御値DECとの関係を示す線図である。

【図21】カットラインと左側のドアミラーの位置との\*

20

\*関係を補足説明するためのイメージ図である。

【図22】第2実施例の制御メインルーチンを示すフローチャートである。

【図23】第2実施例の対向車両認識領域設定処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図24】第2実施例の車速とウインド領域の補正幅(補正值)との関係を示す線図である。

【図25】第2実施例の左カーブ路の度合とウインド右側の補正幅を決定するゲインとの関係を示す線図である。

【図26】第2実施例の右カーブ路の度合とウインド右側の補正幅を決定するゲインとの関係を示す線図である。

【図27】第2実施例の対向車両認識領域を示すイメージ図である。

【図28】第2実施例のアイポイントを検出するサブルーチンを示すフローチャートである。

【図29】第2実施例に係る対向車両認識過程を示すイメージ図である。

【図30】雨天等のときの対向車両の撮影画像及びヘッドライトにより明領域を示すイメージ図である。

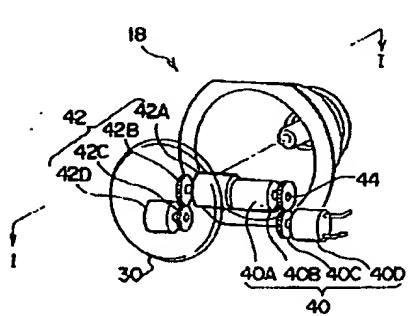
【図31】第2実施例の配光制御サブルーチンを示すフローチャートである。

【図32】(a)は先行車両のテールランプエッジ間距離とテールランプからドアミラーまでの距離を示した図である。(b)は対向車両のヘッドライトエッジ間距離とアイポイントとの関係を示した図である。

【符号の説明】

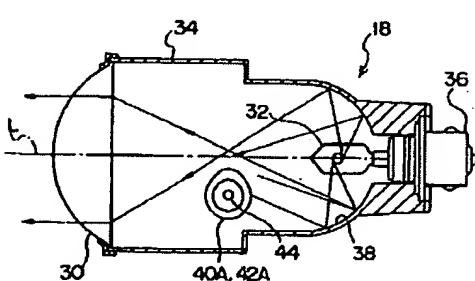
|       |          |
|-------|----------|
| 18、20 | ヘッドライト   |
| 40、42 | アクチュエータ  |
| 22    | TVカメラ    |
| 48    | 画像処理装置   |
| 50    | 制御装置     |
| 66    | 車速センサ    |
| 100   | 走行車両検出装置 |

【図2】

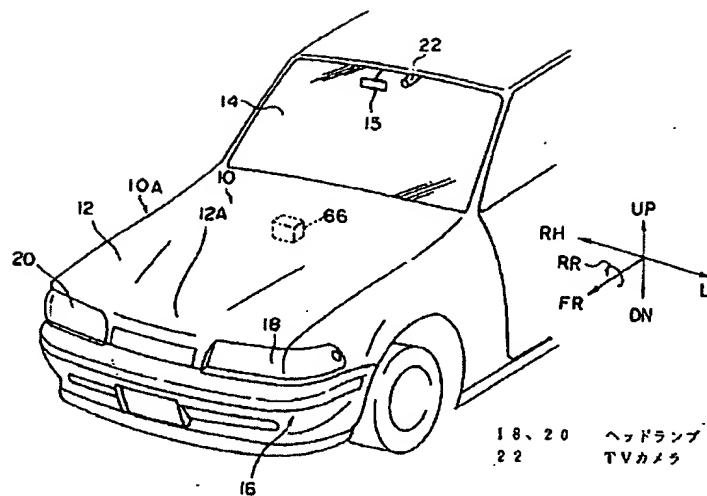


40, 42 アクチュエータ

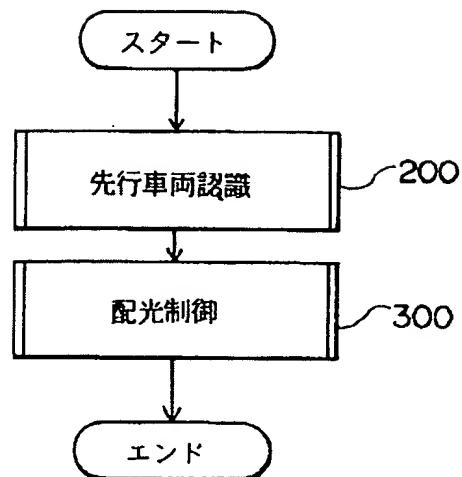
【図3】



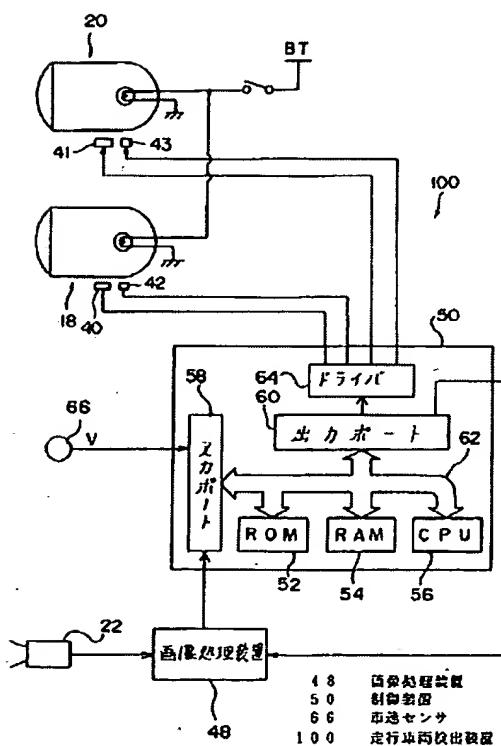
【図1】



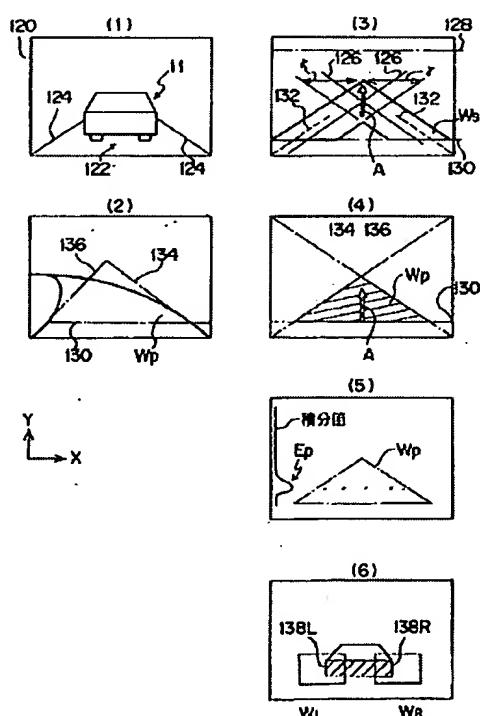
【図7】



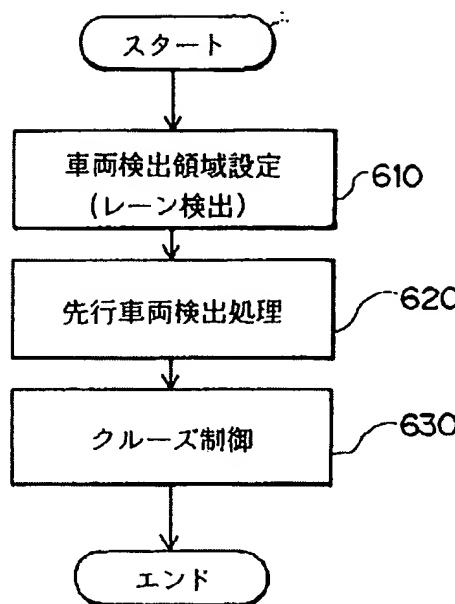
【図4】



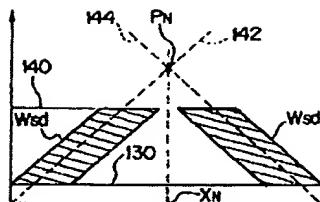
【図5】



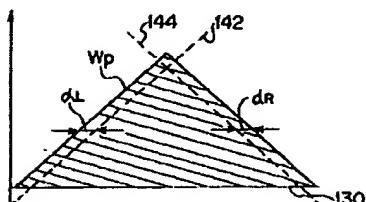
【図6】



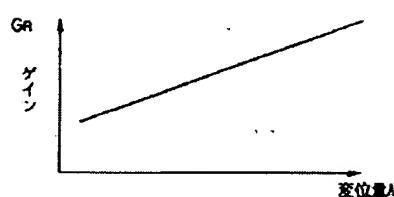
【図9】



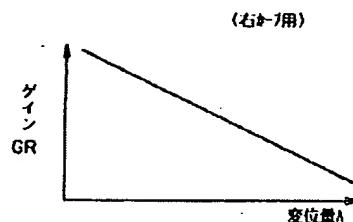
【図10】



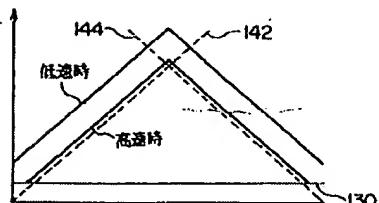
【図13】



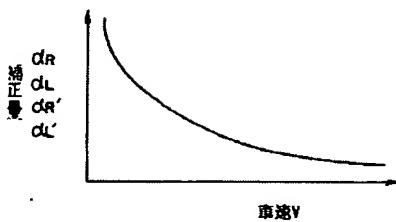
【図17】



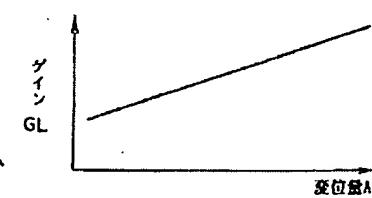
【図11】



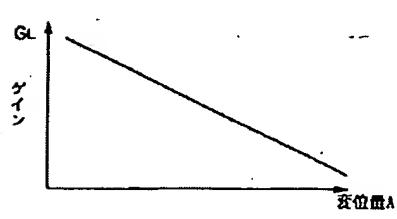
【図12】



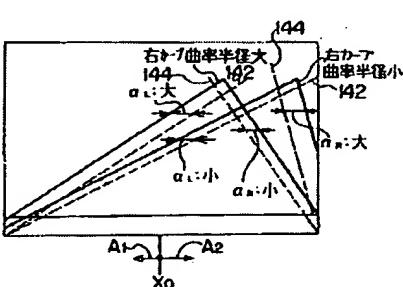
【図18】



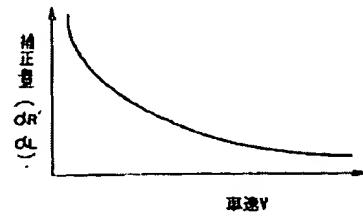
【図14】



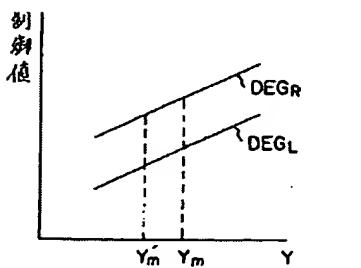
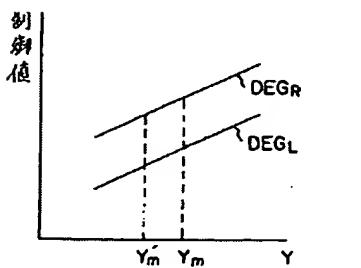
【図15】



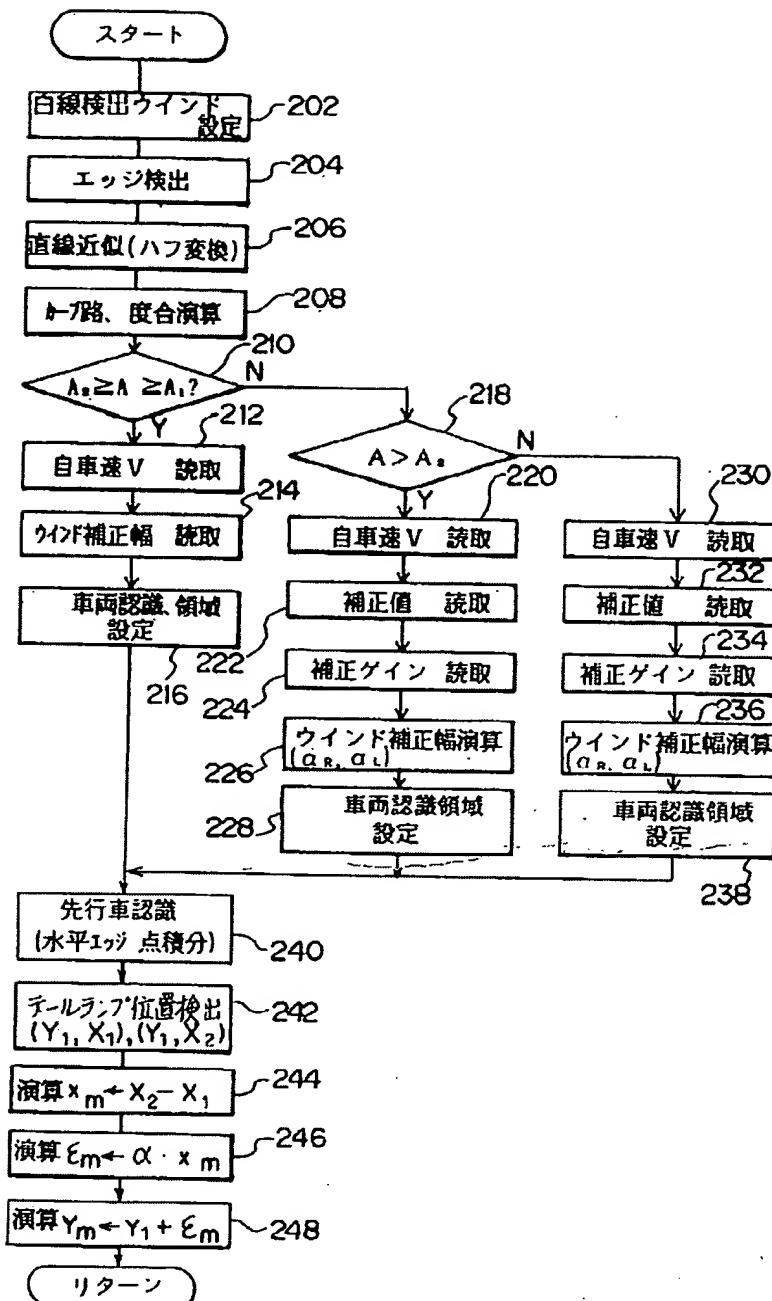
【図24】



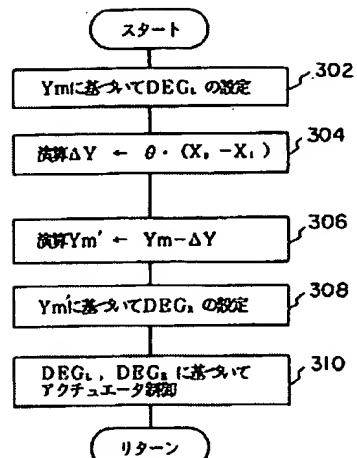
【図20】



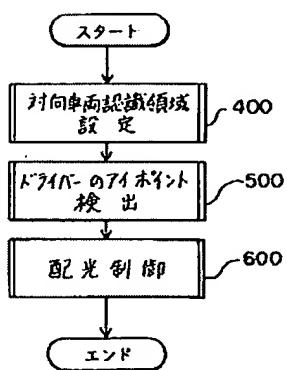
〔図8〕



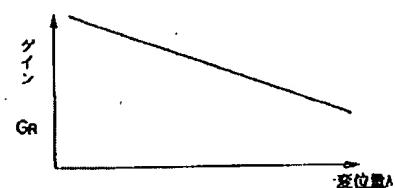
〔図19〕



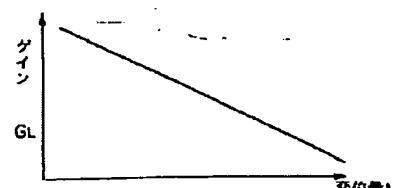
〔図22〕



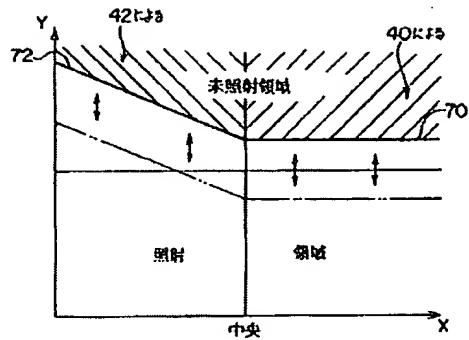
〔図25〕



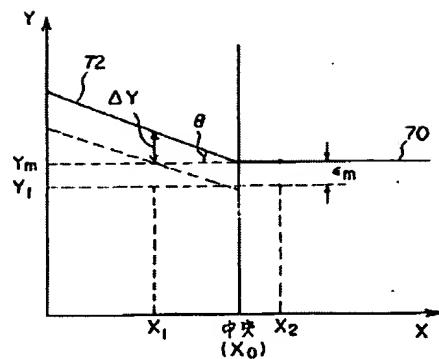
〔図26〕



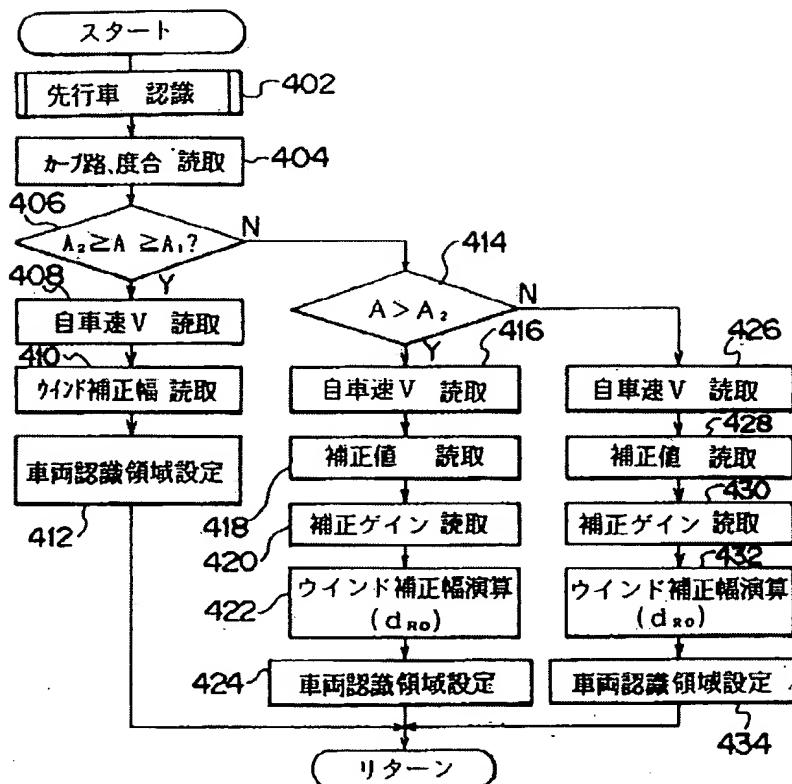
【図16】



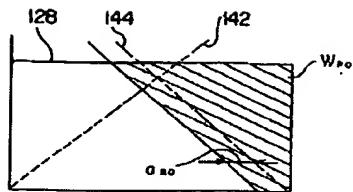
【図21】



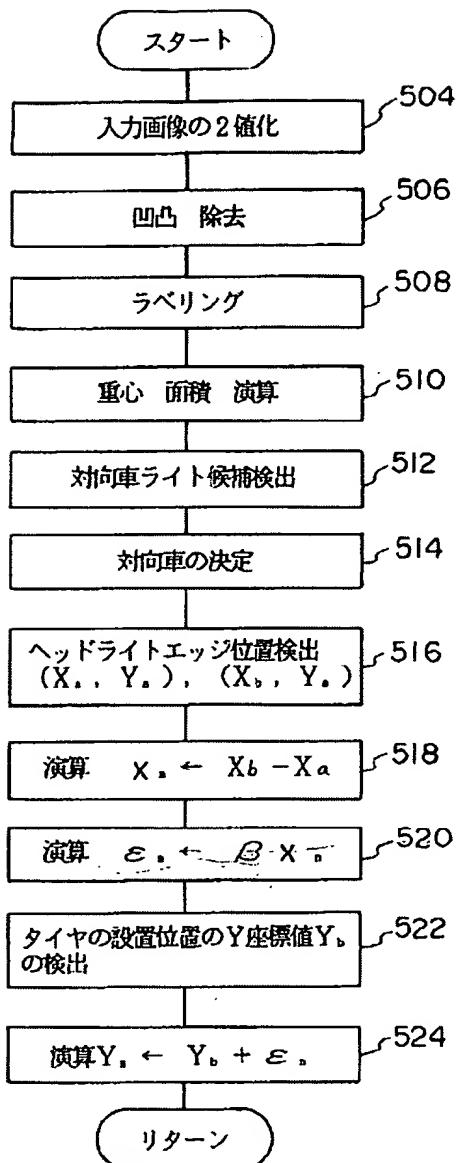
【図23】



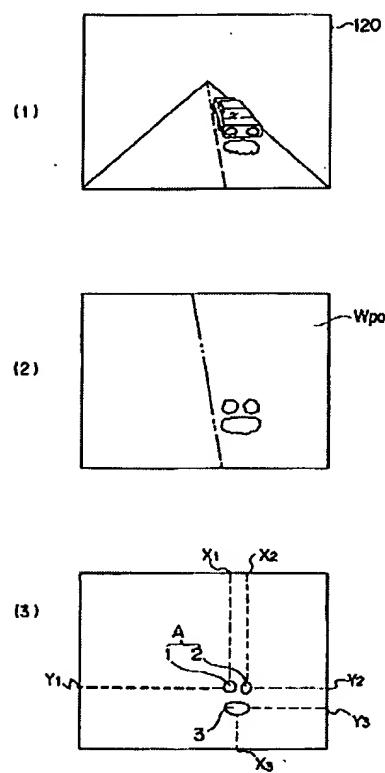
〔図27〕



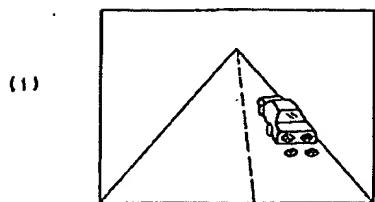
〔図28〕



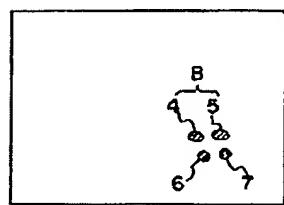
〔図29〕



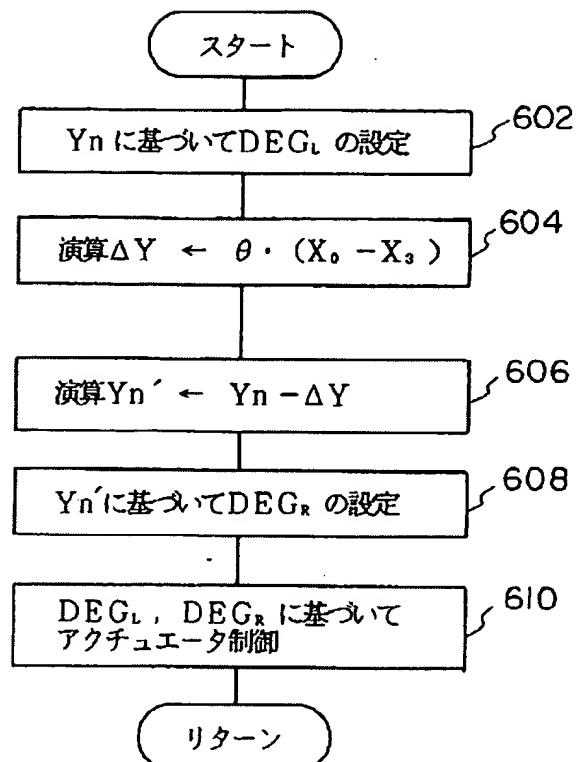
【図30】



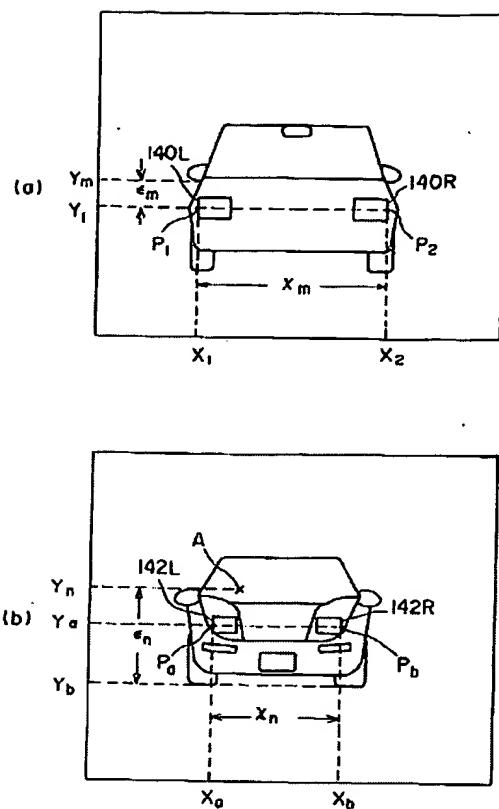
(2)



【図31】



〔図32〕



(12) PUBLICATION OF UNEXAMINED PATENT APPLICATION (A)

(11) Kokai (Unexamined) Patent Publication Number: 7-32936

(43) Date of Disclosure: February 3, 1995

| (51) Int. Cl. <sup>6</sup> | Identif. Symbol | Intra-Agency Number | FI      | Technology Disclosure |
|----------------------------|-----------------|---------------------|---------|-----------------------|
| B 60 Q                     | 1/14            | A                   | 8715-3K |                       |
| F 21 M                     | 3/05            | B                   | 8409-3K |                       |
|                            | 3/18            |                     | 8409-3K |                       |

Examination requested: not yet requested  
Number of Claims: 2 OL (total of 18 pages)

---

(21) Application Number: 5-174490

(22) Filing Date: July 14, 1993

(71) Applicant: 000003207  
Toyota Motor Corporation  
Aichi-ken, Toyota-Shi, Toyota-cho, 1-banchi

(72) Inventor: Makoto TAKAGI  
c/o Toyota Motor Corporation  
Aichi-ken, Toyota-Shi, Toyota-cho, 1-banchi

(72) Inventor: Hisashi SATONAKA  
c/o Toyota Motor Corporation  
Aichi-ken, Toyota-shi, Toyota-cho, 1-banchi

(72) Inventor: Takashi NAKAMURA  
c/o Toyota Motor Corporation  
Aichi-ken, Toyota-shi, Toyota-cho, 1-banchi

(74) Agent: Atsushi NAKAJIMA, patent attorney (2 others)

---

(54) Title of the Invention: HEADLIGH ILLUMINATION RANGE CONTROLLING  
DEVICE

(57) Summary

(Purpose)

To extend the headlamp illumination range without causing glare for the driver of a preceding or oncoming vehicle.

(Construction)

A vehicle recognition region is set up in order to detect a preceding or oncoming vehicle. The central points  $P_1$ ,  $P_2$  of the edge of the tail lamp of the preceding vehicle, or central points  $P_a$ ,  $P_b$  of the edge of the headlamp of an oncoming vehicle are detected from the vehicle recognition region, and based on distance  $x_m$  between both positions  $P_1$ ,  $P_2$ , or based on distance  $x_n$  between both positions  $P_a$ ,  $P_b$ , said headlamp is controlled with an actuator, positioning a cut line in eye point  $A$  ( $Y_n$ ) of the driver of the oncoming vehicle or in position  $Y_a$  of the mirror in the lowest position of the door mirror of a preceding vehicle. Because the actuator is controlled so that the cut line is positioned in this manner in the eye point of the driver of an oncoming vehicle or in the lowest position of the door mirror, this makes it possible to extend the radiating range of the headlamps, without causing glare for preceding or oncoming vehicles.

[Figure (a) and (b)]

[page 2]

Figure 1

(Scope of the Patent's Claim)

(Claim 1)

A headlamp illumination range controlling device, equipped with a boundary line changing means, which changes the boundary line between the illuminated range and non-illuminated range of the headlamp(s) of the car itself;

a picture taking means, which films the region in the forward travel direction of the car itself;

a detection means, which detects the position on the outermost side in the car width direction of the tail lamp of a preceding car based on the image filmed with said picture taking means;

and with a controlling means, which controls said boundary line so as to position said boundary line in a determined position, determined as the mirror position when the rear of a preceding car is recognized, set in the lowermost position of a preceding car based on the distance between the positions determined by said detection means, or below the mirror of a

preceding car, when the rear of a preceding car is recognized, set in the lowermost most position of a preceding car, and above the tail lamp.

(Claim 2)

A headlamp illumination range controlling device, equipped with a boundary line changing means, which changes the boundary line between the illuminated range and non-illuminated range of the headlamp(s) of the car itself;

a picture taking means, which films the region in the forward travel direction of the car itself;

a detection means, which detects the position on the outermost side in the car width direction of the tail lamp of a preceding car based on the image filmed with said picture taking means;

wherein said borderline changing means is controlled so as to position said borderline in a determined position, determined as a position below the eye point of the driver of an oncoming vehicle, and above the ground position of the front contour of an oncoming vehicle, or below the eye point of the driver of an oncoming vehicle, based on the distance between positions detected with said detection means.

(Detailed Explanation of the Invention)

(0001)

(Sphere of Industrial Use)

This invention relates to a headlamp radiating range controlling device. More specifically, it relates to a headlamp radiating range controlling device, which controls the headlamp radiating range so as not to cause glare for the driver of another preceding vehicle or an oncoming vehicle when the car itself is moving in the forward direction while the vehicle is traveling.

(0002)

(Prior Art Technology)

In order to increase the ability of a driver to see in the forward direction, for instance at night, headlamps were deployed in the past on the front end of the vehicle to provide illumination with a radiating range determined ahead of time.

(0003) If there is no car whose the light beams are obtained from such a headlamp and which travels in the same forward direction in which the car is traveling (hereinafter referred to as a preceding vehicle), and no car is traveling toward the car in question (hereinafter referred to as an oncoming vehicle), the beams can provide illumination within a range covering a great distance with high beams, or the beams can provide illumination with 2 low beams, which is provided for traveling in urban areas, so that switching between high beams and low beams can be performed manually or automatically. Although no problems will occur when the beam illumination covers a great distance and no preceding vehicle or oncoming vehicles are present, an unpleasant glare can be caused in some cases for preceding vehicles or oncoming vehicles within the headlamp illumination range when preceding vehicles or oncoming vehicles are present.

(0004) In view of the problem mentioned above, the headlamp device mentioned below has been proposed such a vehicle (Japanese Unexamined Patent Application Number 1-278848). Specifically, the construction includes a cylinder, which is supported via a pin so as to enable rotations, deployed on an outer frame member, fixed to the car body; in the construction of a headlamp, which is linked and integrated with a roughly elliptical reflector and has a roughly elliptical shape, having a first focal position and a second position, wherein the first focal position is in the position of the light source, and the second focal position is the focal position of a condensing lamp; 5 light receiving elements (picture taking elements using a CCD camera or the like), detecting independently the tail lamps or headlights of each traveling car corresponding to the distance of the car itself from a car preceding the car in question, divided into 5 regions in the forward direction. Based on the output of the signal obtained from these light receiving elements, the cylinder, centered on the pin, is moved in the upward and downward direction with a step motor, which moves the optical axis of said headlamp. The construction also includes a light shield plate, which independently restricts the illumination projected toward an oncoming vehicle.

(0005) With a vehicle headlamp having a similar construction, when it is determined whether light from a tail lamp has been received by a light receiving element, for example by one of the 5 light receiving elements during image processing operations, the optical axis of the headlamp is successively moved in the upward or downward direction by the movement of the cylinder via a pin driven by a step motor in response to light received by an optical element, and because the optical axis of the headlamp of the vehicle in question can be adjusted when the tail lamp of a preceding vehicle is normally input to the intermediate position of a light receiving element, the photo zone is aligned with the position in the lower part of the lower contour of a preceding vehicle. This makes it possible to improve the visual recognition capability of the driver in the forward direction without causing of glare to the preceding vehicle, which is securely prevented. Also, with an oncoming vehicle, because the radiating of the headlamp toward an oncoming vehicle is restricted independently with a shielding plate, glare will be securely prevented also in this direction.

(0006)  
(Problems to Be Solve By This Invention)

Incidentally, when glare is inflicted upon the driver of a preceding car, the headlamp is in some cases shining on a door mirror or a finder mirror mounted on the preceding vehicle. In addition, the eye point of the driver of an oncoming vehicle is in some cases subjected to this shining light. Therefore, unless there is a headlamp emitting this type of illumination, no glare will be inflicted upon the driver of a preceding vehicle or an oncoming vehicle.

(0007) Also, because the optical axis of the headlamp can be adjusted so as to always receive light of a tail lamp of a preceding vehicle in the position of an intermediate light receiving element with the vehicle headlamp described above, the range of the illumination provided by the headlamp is created in the lower contour part of a preceding vehicle. Therefore, if the illuminating range of this headlamp is to be limited to a range that will not cause glare for a preceding vehicle, the illuminating range of the headlamp will be excessively restricted.

[page 3]

Because of that, an optimized radiating range will not be achieved for the headlamp radiating range of the driver. Moreover, because the radiating range of the headlamp is controlled independently by a shielding plate, but it is not controlled in response to the position of an oncoming vehicle, the irradiating range of the headlamp is again restricted more than what is necessary.

(0008) Therefore, taking into account the situation described above, the goal of the present invention is to provide a headlamp radiating range controlling device that makes it possible to extend the radiating range of the headlamp without causing glare for a preceding car or for an oncoming car.

(0009)

(Means to Solve Problems)

In order to achieve this goal, in accordance with the description of claim 1 of this invention, the invention is equipped with a borderline changing means, which changes the borderline of the no-illumination range of the headlamp of the car itself;

with a picture taking means, which films the region in the forward traveling direction of the car itself;

with a detection means, which detects the position on the outermost side in the car width direction the tail lamp of a preceding vehicle, based on the image filmed with said picture taking means;

and with a control means, which controls said boundary line so as to position said boundary line in a determined position, determined as the mirror position when the rear of a preceding car is recognized, set in the lowermost position of a preceding car based on the distance between the

positions determined by said detection means, or below the mirror of a preceding car, when the rear of a preceding car is recognized, set in the lowermost position of a preceding car, and above the tail lamp.

(0010) In accordance with the description of claim 2 of this invention, the invention is provided with a borderline changing means, which changes the borderline between the non-illuminated range and the illuminated range of the headlamp of the car itself;

a detection means, which detects the position on the outermost side in the car width direction of the headlamp of an oncoming vehicle based on the image filmed with said picture taking means;

and with a controlling means, which controls said borderline changing means, so as to create said borderline in a position determined below the eye point of the driver of an oncoming vehicle, and above the ground position of the contour of an oncoming vehicle, or below the eye point of a driver of an oncoming vehicle, based on the distance from the position detected with said detection means.

(0011)

(Operation)

According to the invention described in claim 1, a picture taking means films the region in the forward traveling direction of the car itself. Also, a detection means detects the position on the outermost side, in the car width direction of the tail lamp of a preceding car, based on the image filmed with said picture taking means. A control means controls said borderline changing means so as to position said borderline in a position determined below the mirror, when the rear of a preceding vehicle is recognized, set in the lowermost position of a preceding vehicle, based on the distance between the positions detected with said detection means. The borderline changing means then places the borderline in the determined position.

(0012) Therefore, because the control means controls said borderline changing means so as to position the borderline between the illuminated region and the non-illuminated region in a position below the mirror by recognizing the rear position, created in the lowermost position of a preceding vehicle, and above the tail lamp, and the mirror position, by recognizing the rear position created in the lowermost position of a preceding vehicle, this makes it possible to extend the illumination range of the headlight, without causing glare for the driver of a preceding car, enabling to improve the visibility characteristics for the driver of the car itself.

(0013) According to the description of this invention in claim 2, a picture taking means takes pictures of the region in the direction of a vehicle traveling in front of the car itself. A detection means detects the position on the outermost side, in the car width direction of the headlamp of an oncoming vehicle, based on the image filmed with said picture taking means. Because the control means determines the position below the eye point of the driver of an oncoming vehicle, and above the ground position of the contour of the oncoming vehicle, or below the eye point of

the driver of an oncoming vehicle, based on the distance of the detected position obtained from said detection means, said borderline changing means is controlled so as to position said borderline in the determined position. The borderline changing means then places the borderline in this determined position.

(0014) Therefore, because the control means controls said borderline changing means to create the borderline position for the illuminated region and non-illuminated region in a position below the eye point of the driver of an oncoming vehicle, and above the ground position of the contour of an oncoming vehicle, or below the eye point of the driver of an oncoming vehicle, this makes it possible to improve the visibility in the forward direction of the car itself, because the illuminated region of the headlamp can thus be extended without causing glare for the driver of an oncoming vehicle.

(0015)  
(Embodiment)

The following is a detailed explanation of Embodiment 1 of the headlamp illumination range controlling device of the present invention with reference to the enclosed figures. The headlamp illumination range controlling device of Embodiment 1 is compatible with the present invention in a case when a gradated image, which is filmed with a black and white TV camera, is taken of a preceding vehicle which is traveling in the same direction as vehicle 10.

(0016) As shown in Figure 1, an engine hood 12 is mounted on the upper surface part of a front body 10A of a vehicle 10, and a front bumper 16 is fixed on both end parts in the car width direction in the front end part of the front body 10A. Further, a pair of headlamps 18, 20 is deployed on the left and on the right side (both end parts in the car width direction) in the upper part of the front bumper 16, and in the lower part of the front body 10A.

(0017) A windshield glass 14 is deployed in the vicinity of the end part of the engine hood 12, and a room mirror 15 is mounted above this windshield glass 14, inside the vehicle 10. In the vicinity of this room mirror 15 is arranged a TV camera 22 (corresponding to a picture taking means), which takes pictures in the forward direction of the vehicle, and which is connected to an image processing device 48 (Figure 4).

[page 4]

In addition, since it is desirable when the position in which the TV camera 22 is deployed enables to ascertain with precision the shape of the road on which the vehicle is traveling in the forward direction, the camera should be positioned in the vicinity of the visual point (so called eye point) of the driver, to match the visual perception of the driver.

(0018) A speedometer, not shown in the figure, is deployed inside said vehicle 10. As shown in the figure, a car speed sensor 66 is installed to detect the vehicle velocity of vehicle 10, with a cable, not shown in the figure, which is connected to the speedometer, not shown in the figure.

(0019) As shown in Figure 2 and Figure 3, a headlamp 18 is provided in the form of a projector headlamp, having a convex lens 30, a bulb 32 and a lamp housing 34. This lamp housing 34 is fixed in the horizontal direction to a frame, not shown in the figure, of the vehicle 10. The convex lens 30 is attached at the side of the opening of the lamp housing 34, so that the light emitting point is positioned on the optical axis L of the convex lens 30 (the central axis of the convex lens 30), while the bulb 32 is fixed in a socket 36.

(0020) Because a reflector 38, having an elliptical reflecting surface is deployed on the bulb side inside the lamp housing 34, the reflected light of the bulb 32 is converged between the convex lens 30 and the bulb 32. Actuators 40, 42 are deployed as a borderline changing means in the vicinity of the converging point. Shielding cams 40A, 42A are used together with these actuators 40, 42 to shield the light obtained from the bulb 32, which is reflected and converged by the reflector 38, while additional light is emitted from the convex lens 30.

(0021) The construction of the actuator 40 includes a shielding cam 40A, toothed wheels 40B, 40C and a motor D. The construction of the actuator 42 comprises a shielding cam 42A, toothed wheels 42B, 42C, and a motor 42D. The shielding cams 40A, 42A are axially supported to enable rotations along the rotational axis 44 in the lamp housing 34, while a toothed wheel 40B is fixed to the shielding cam 40A. This shielding cam 40B is engaged by a toothed wheel 40C, which is attached in a fixed manner to the motor 40D. This motor 40D is connected to a control device 50 of a control means and a detection means. Because the shielding cam 40A is formed in the cam shape, the distance from the rotational axis 44 to the outer periphery can be continuously changed, so that when the shielding cam 40A is rotated inside the lamp housing 34 in response to signals obtained from the control device 50, the position in which the light is divided into light rays of the bulb 32 that are allowed to pass through and light rays that are shielded can be varied in the upward or downward direction. In the same manner, the shielding cam 42A is axially supported so as to enable rotations with the rotational axis 44, by which the cam is fixed in the lamp housing 34. The toothed wheel 42B is engaged by the toothed wheel 42C, which is fixed to the motor 42D, while this motor 42D is connected to the control device 50.

(0022) Therefore, the upward position of the shielding cams 40A, 42A creates a borderline between the illuminating range and non-illuminating range of the headlamp of the car itself. More specifically, the borderline is created in the position of the road as a cut line being the limit of the region that is not illuminated by the headlamp of the car itself.

In other words, as shown in Figure 16, a cut line 70 is formed by the shielding cam 40A, while a cut line 72 is formed by the shielding cam 42A. When this shielding cam is rotated, the cut line 70 is changed horizontally from a position corresponding to the lowest position in the upper part (the same position as the position of the cut line 70 in Figure 16 or above) with horizontal displacement up to the limit of the position of the non-illuminated region during so called low

beam position (the position of an imaginary line in Figure 16). Similarly, the cut line 72 is horizontally displaced by the rotation of the shielding cam 442A from the uppermost position (the position of the cut line 72 in Figure 16) to the lowermost position (the position of an imaginary line in Figure 16).

(0023) The headlamp 20 is equipped with actuators 41, 43 (Figure 4). A detailed explanation of the construction of the headlamp 20 will be omitted as it is identical to the construction of the head lamp 18.

(0024) As shown in Figure 4, the construction of the control device 50 comprises a read only memory (ROM) 52, a random access memory (RAM) 54, a central processing unit (CPU) 56, an input port 58, and an output port 60, as well as a bus 62, which connects these components to a databus, a controller, and the like. In addition, a map and a control program, which will be explained later, are stored in the ROM 52.

(0025) A vehicle velocity sensor 66 and an image processing device 48 are connected to the input port 58. The output port 60 is connected via a driver 60 to actuators 40, 42 of the headlamp 18, and to actuators 41, 43 of the headlamp 20. Further, the output port 60 is also connected to the image processing device 48.

(0026) This image processing device 48 is a device for processing of images projected with a TV camera 22 based on signal that is input from the TV camera 22 and controlling device 50 as will be explained later.

(0027) The road shape mentioned above includes a continuous road shape, for example a road shape corresponding to 1 car lane formed with a center line having a right edge or the like.

(0028) The following explanation relates to the recognition of a preceding vehicle 11 based on image processing operations performed during daytime in the present embodiment of this invention according to the car recognition travel control routine with reference to Figure 6. In addition, each image element in the image formed with the image signal is set with coordinates ( $X_n, Y_n$ ) in a system of coordinates determined by axis X and axis Y, which are mutually orthogonal, and thus determined in the image.

(0029) As shown in Figure 5 (a) when a vehicle 10 travels on the road 122 and pictures are taken with a camera 22, the visual image seen by the driver of the vehicle is roughly coincident with the image 120. This road 122 is provided with a white line 124 on both sides of the car lane in which the car 10 is traveling. A preceding car 11 therefore will be recognized based on this image 120.

[page 5]

(0030) When the input of the image signal contained in the image 120 is obtained by the image processing device 48, image processing operations are started, the processing is performed according to a sequence based on extraction processing of white line candidate points and processing in the vicinity of the straight line, so that after the traveling lane of the vehicle 10 has been detected, a vehicle recognition region  $W_p$  is set (in step 610). The processing performed in this step 610 will now be explained.

(0031) During the extraction processing of the white line candidate points, the processing is conducted so that the white line traveled by vehicle 10 is estimated and the candidate points are extracted. First, a window region  $W_s$  is set having a specified width  $\gamma$  corresponding to the position of the estimated line 126 of the white line determined previously (see Figure 5 (3) in addition). The value set initially for the estimated line 126 of the white line, set ahead of time, is read and a window region  $W_s$  is set. In addition, because the probability that the preceding car 11 will be present in the region above and below the image 120 is low, an upper limit line 128 and a lower limit line 130 are created and the consequent processing is then conducted within this range. Next, the brightness inside this window  $W_s$  is differentiated, and the peak point of this differentiated value (the maximum point) is extracted as the edge point representing a white line candidate point. Specifically, the brightness is differentiated from the image elements in the lowermost position for each image element in the horizontal direction up to the uppermost position of each image element in the vertical direction inside the window  $W_s$  (in the direction of arrow A shown in Figure 5 (3)), and a large amount of the brightness fluctuations is set as a peak point creating an edge point to be extracted. These continuous edge points are indicated with the dotted line 132 shown in Figure 5 (3).

(0032) Next, processing in the vicinity of the straight line is conducted by using Hough transform, which is applied to the edge points extracted during the extraction processing of the white line candidate points to create an approximation of a straight line, and straight lines 134, 136 are determined along the line that is estimated for the white line. The region surrounded by these determined straight lines 136, 138 and by the lower limit line 130 is then set as the vehicle recognition region  $W_p$  (see Figure 5 (4)). In addition, if said road 122 becomes a curved road, the region surrounded by the lower limit line 130, which has a different inclination than the straight lines 136, 138 determined as described above, is set as the vehicle recognition region  $W_p$  (see Figure 5 (2)).

(0033) Next, when the processing of the extracted white line candidate points and of the straight line approximation is finished, processing of detected horizontal edge and processing of detected vertical edge is conducted according to the processing sequence, it is determined whether a preceding vehicle 11 is present in the preset vehicle recognition region  $W_p$ , and at the same time, when a preceding vehicle 11 is present in this region, the distance between the vehicle is calculated as  $\Delta V$  (in step 620). The processing conducted in this step 620 will now be explained.

(0034) During the horizontal edge detection processing, horizontal edge points are detected in the vehicle recognition region  $W_p$  with the same processing as the processing conducted during detection of white line candidate points described above. Next, the detected horizontal edge

points are integrated in the horizontal direction, and a peak point  $E_p$  is detected in a position exceeding a specified value of the integral value (see Figure 5 (5)).

(0035) During vertical edge detection processing, if there are multiple peak points  $E_p$  of the integral value of the horizontal edge points, windows  $W_R$ ,  $W_L$  are set for straight line detection, including both ends of the horizontal edge points, which also includes the peak points  $E_p$ , with a sequence starting from the peak point  $E_p$  (the closest point based on this distance), positioned in the lower part of the image.

The vertical edge in these windows  $W_R$ ,  $W_L$  is detected, and when it is detected that straight lines 138R, 138L are stabilized, it will be determined that a preceding vehicle 11 is present. Next, the car width is determined by determining the interval in the horizontal direction of straight lines 138R, 138L, detected inside each window  $W_R$ ,  $W_L$ . In addition, the distance  $\Delta V$  between the preceding vehicle 11 and the car itself 10 is calculated from the determined car width and from the position of the horizontal edge of the preceding car 11. The interval in the horizontal direction between the straight lines 138R, 138L is calculated from the difference between the representative X coordinates of each line (for example as a median coordinate value, or as a coordinate value using multiple frequencies).

(0036) When the processing described above is finished, processing of the set traveling course is conducted (in step 630). Step 630 provides an example of a feedback control carried out when a preceding car is present in a set traveling course using items such as constant speed travel control, or control of the distance between the vehicles or the like. For example, when a specified value of the determined distance  $\Delta V$  between the vehicles has been exceeded and a constant traveling speed is continued, a lower specific value is created for the distance  $\Delta V$  between the vehicles, and the set traveling speed is canceled. Also, when the distance between the vehicles is controlled with a specific value, the distance  $\Delta V$  between the vehicles represented by a preceding vehicle 11 and the car itself 10 is maintained by controlling the vehicle velocity or the like.

(0037) The following is an explanation of the operation of the present embodiment. First, when the light switch of the vehicle, not shown in the figure, is set on by the driver and the headlamps 18, 20 are turned on, the main routine is realized while control is applied in each specific time period as indicated in Figure 7. In step 200 of this control routine, a preceding vehicle recognition subroutine is run (in step 200 of the present control routine) in order to recognize a preceding vehicle (see Figure 8). When this preceding vehicle 11 has been recognized, during the next step 300, the headlamps 18, 20 are controlled with a light distribution control subroutine (see Figure 19) and the present routine is completed.

(0038) The step 200 will be explained in detail next. First, in step 202, the whit line detection during daytime is set as explained above and a white line detection window region  $W_{sd}$  is set at the same time. Because the vehicle 10 travels in the present embodiment at night, since images can be detected only some 40 ~ 50 m in front of the vehicle 10, it is therefore not necessary to detect images more than 60 m in front of the vehicle 10. Because of that, to enable detection in the white line detection window  $W_{sd}$  up to 60 m in front of the vehicle 10, the region exceeding a specified horizontal line 140 is removed from said window  $W_{sd}$  and the white line detection

windows  $W_{sd}$  is set (see Figure 9 ).

(0039) Next, extraction processing of white line candidate points is conducted simultaneously with the direct line approximation processing in said step 610, the edge points inside the white line detection window region  $W_{sd}$  are detected (step 204), Hough transform is run (in step 206), and approximately straight lines 142, 144 are determined along the road 122 with the straight line approximation (see Figure 9 ).

(0040) Next, in step 208, intersection point  $P_N$  (coordinates  $X, X_n$ ) of the determined approximately straight lines is determined, and the displacement amount  $A$  ( $A = X_M - X_O$ ) is determined in the horizontal direction of the intersecting point  $P_O$  (coordinates  $X, X_O$ ) of an approximately straight line, in a case when a straight line has been determined in advance using the intersection point  $P_N$  as a standard.

[page 6]

This displacement amount  $A$  corresponds to the extent of the curve of the road 122.

(0041) During the next step, step 210, when a determination is made whether  $A_2 \geq A \geq A_1$  or not, it is determined whether the road 122 is a road with a roughly straight line. This determination standard  $A_1$  is a standard value expressing the border between the straight line of the road and the right curve of the road, while determination standard  $A_2$  is a standard value expressing the border between the straight line of the road and the left curve of the road.

(0042) In step 210, if a straight line road has been determined, the car velocity  $V$  of the car itself is read (step 212), and during the next step, step 214, in order to set the vehicle recognition region  $W_p$  according to the read value of the car velocity  $V$ , the position of the roughly straight line is corrected by setting left and right correction widths  $\alpha_R, \alpha_L$ . The vehicle will have a large radius of curvature during travel at a high speed as turns in the road are possible. Although the road can be considered to have a roughly straight line, and even if a road that is close to an almost straight line has been encountered straight ahead during travel at a low speed, since a road with a small radius of curvature may be encountered in some cases at some distance, it is not possible to determine whether the road has does or does not run in a straight line based only on the white line up to 60 m in front of the vehicle 10. Accordingly, a larger correction width is created during travel at a low speed, and a smaller one is set during traveling at a high speed (see Figure 12). During travel at a low speed, a larger vehicle recognition region  $W_p$  is set than the region which is set during travel at a high speed, so that a larger recognition region is created for recognition of the preceding vehicle 11 (see Figure 11).

(0043) Next, in step 216, processing of the recognition of a preceding vehicle 11 is conducted while using the roughly straight lines 142, 144 and the determined left and right correction widths  $\alpha_R, \alpha_L$ , and the vehicle recognition region  $W_p$  are set (see Figure 10).

(0044) When a negative or a positive determination has been made in said step 210 by ascertaining during step 218 whether  $A$  is or is not  $> A_2$ , it is determined whether the road has a right curve or a left curve. If an affirmative determination is obtained and it is determined that the road has a right curve, the vehicle velocity  $V$  of the vehicle 10 is read (in step 220), and in order to determine correction widths  $\alpha_R$ ,  $\alpha_L$  on the right and on the left side of the vehicle recognition region in accordance with the displacement amount  $A$ , the right and left correction widths  $\alpha_R$ ,  $\alpha_L$  are determined based on the determined correction widths  $\alpha_R'$ ,  $\alpha_L'$  and based on the gains  $GR$ ,  $GL$ . Because the road is at this point a curved road, asymmetry will be created on the left and on the right side, so that a different inclination will be created for the roughly straight lines 142, 144. Therefore, the values for the correction widths  $\alpha_R$ ,  $\alpha_L$  on the right and on the left side are set independently. Specifically, when the curvature radius is small because the road has a right curve (large displacement amount  $A$ ), there is a high probability that a preceding vehicle 11 will be present on the right side. Accordingly, the correction width  $\alpha_R$  is increased by setting a larger gain  $GR$  on the right side (see Figure 13), and a smaller correction width  $\alpha_L$  is created when a smaller gain  $LG$  is set on the left side (see Figure 14). Also, if the road is a road with a right curve, which has a large radius of curvature (small displacement amount  $A$ ), a smaller correction width  $\alpha_R$  is set by setting a smaller gain  $GR$  on the right side, and a larger correction width  $\alpha_L$  is set with a larger gain  $GL$  on the left side. The image shown in Figure 15 indicates the changes of these correction widths.

(0045) In step 228, the vehicle recognition region  $W_P$  is set with recognition processing of a preceding vehicle 11 using the right and left correction widths  $\alpha_R$ ,  $\alpha_L$  of the determined window region.

(0046) On the other hand, if the determination in step 218 has a negative result, the road is considered to have a left turn, and the operation will proceed with step 230 and the vehicle velocity of the vehicle 10 will be read. Next, the right and left correction values  $\alpha_R$ ,  $\alpha_L$  are set according to this vehicle velocity  $V$  (step 232, see Figure 1), and the left and right gains  $GL$ ,  $GR$  are set according to the displacement amount  $A$  (step 234). Specifically, when the road has a left curve which with a small radius of curvature (large displacement amount  $A$ ), because there is a high probability that a preceding vehicle 11 will be present on the left side, a small correction widths  $\alpha_R$  is set with a small gain  $GR$  for the right side (see Figure 17). In addition, a large correction width  $\alpha_L$  is set by setting a large gain  $GL$  for the left side (Figure 18). During the next step, step 236, correction widths  $\alpha_R$ ,  $\alpha_L$  on the right and left side are set for the final windows based on the determined correction values  $\alpha_R'$ ,  $\alpha_L'$ , and gains  $GL$ ,  $GR$ , and the car recognition region  $W_P$  is determined with processing of the preceding vehicle recognition using right and left correction widths  $\alpha_R$ ,  $\alpha_L$  of the determined window region (step 238).

(0047) The vehicle recognition region  $W_P$  thus has been determined as explained above. The operation proceeds with step 240 and integration of the horizontal edge points inside the vehicle recognition windows  $W_P$  is conducted, which is determined in the same manner is during the processing of the detection of a preceding vehicle described in step 620, and based on the integration, recognition processing of a present preceding vehicle is conducted. Next, in step 242, the edge center positions  $P_1 (X_1, Y_1)$ ,  $P_2 (X_2, Y_2)$  of the tail lamps of a preceding vehicle are detected as shown in Figure 32 (a). The coordinate value  $Y_1$  is the median value of the  $Y$

coordinate in the lowermost position of the Y coordinate value of the uppermost position in the Y direction of the straight lines 140R, 140L on the outermost side in the car width direction, determined during recognition processing when a preceding vehicle was recognized in step 240. The coordinate values  $X_1, X_2$  are coordinate values in the X direction of the straight lines 140L, 140R. During the next step 244, the edge distance  $X_n$  between both tail lamps is determined by calculating the coordinate value  $X_1$  from the coordinate value  $X_2$ . Next, during step 246, the door mirror position is determined from the central position of the edge of the tail lamp by multiplying a specified constant  $\alpha$  by the distance  $X_n$  from the central position of the edge of both tail lamps. Specifically, the distance  $\epsilon_n$  in the Y direction is determined up to the lowermost part position of the door mirror as the optimum cut line position. In this case, the constant  $\alpha$  can be determined as follows. Specifically, if there are multiple passenger cars, when the ratio between the distance  $X_n$  of both said edges and the distance  $\epsilon_n$  is measured in the Y direction from the central positions  $P_1, P_2$  of the edge of the tail lamp to the position of the lowermost part of the mirror, a roughly constant value corresponding to 0.55 will be obtained as shown in Formula (1).

[page 7]

In addition, the determination of the distance  $\epsilon_n$  in the Y direction up to the position of the lowermost part of the mirror, using the edge central position of the tail lamps as a standard, serves as information about a preceding vehicle, which can be obtained when a preceding vehicle is filmed with the TV camera 22, because the tail lamp is the main light component determining and limiting the deployment position that can be clearly send by a driver of a subsequent car.

$$x_n / \epsilon_n = 0.55 \quad (1)$$

Next, by adding the distance  $\epsilon_n$  to the coordinate value  $Y_1$  of the central position of the edge of the tail lamp during step 248, the coordinate value  $Y_n$  is determined in the position of the lowermost part of the door mirror image and the present routine is completed. In addition, when the value of the Y coordinate differs due to irregularities and other fluctuations of the traveled road, the median value is determined and the coordinate value  $Y_n$  of the door mirror is determined by adding this median value to this distance  $\epsilon_n$ .

(0048) Because the recognition region of a preceding vehicle 11 fluctuates according to the extent of the car velocity and of the curves in the road, the probability that a preceding car is in fact present in the vehicle recognition region obtained in this manner is within a high probability range, since a preceding car can be recognized with a high probability level.

(0049) Also, according to the present embodiment, the relationship shown in said Figure 12 is stored as a velocity map, the relationship shown in Figure 17 is stored as a left GR map, the relationship shown in Figure 13 is stored as a right GR map, the relationship shown in Figure 18 is stored as a left LG map, and the relationship shown on Figure 14 is stored as a right GL map.

(0050) Moreover, if it is not possible to detect said white line, the vehicle recognition region which is based on the position of the white line detected previously is used.

(0051) Next, step 300 will be explained in detail. During step 300, a subroutine is run to control the actuator which changes the position of the cut line according to the determined mirror coordinate value  $Y_n$  (see Figure 19).

(0052) First, during step 302, control value  $DEG_L$  of the actuator 40 is set according to cut line control on the right side based on the coordinate value  $Y_n$ . Specifically, in the present embodiment as shown in Figure 20, the relationship between the Y coordinate value of the position in the lowermost part of the door mirror, and the control value  $DEG_L$  and the control value  $DEG_R$  is stored in the form of map creating a table in the ROM 52, and the coordinate value  $Y_n$  is set based on the read control value  $DEG_L$ . During the next step 304, distance  $\Delta Y$  is determined for the Y direction by multiplying inclination  $\theta$  shown in Figure 21 with the subtraction value obtained by subtracting coordinate value  $X_1$  in the edge position of the tail lamp on the left side from the coordinate value  $X_0$  in the center of the image. In this case, because this type of processing is conducted, even if the control value  $DEG_R$  is set by the actuator corresponding to the cut line control on the left side based on the coordinate value  $Y_N$ , since in the embodiment shown in Figure 21 and Figure 16 the inclination of the cut line 72 on the left side corresponds only to  $\theta$ , the headlamp will in some cases illuminate the door mirror on the left side of a preceding car. Accordingly, in order to lower the cut line 72 on the left side, the extent of the increase of the Y coordinate must be determined as  $\Delta Y$  from the coordinate  $X_0$  value in the center of the image to the coordinate value  $X_1$  on the left side of the tail lamp. In addition, in a case when the cut line creates a straight line if the same straight line is formed with the shielding cam, this processing is not conducted since it is sufficient if the control value  $DEG$  is set by the actuator on the basis of the coordinate value  $Y_n$ .

(0053) Next, during the step 306,  $\Delta Y$  is subtracted from the coordinate value  $Y_n$  and the value  $Y_n'$  is determined, and during the next step 208, the control value  $DEG_R$  is set by the actuator 30 based on the value  $Y_n'$  corresponding to the control of cut line 72 on the left side. When the control values  $DEG_L$ ,  $DEG_R$  of the actuators 40, 42 are set as described above during the next step 310 by applying actuator control in response to the control values  $DEG_R$ ,  $DEG_L$  set by the actuators, the shielding cam moves the actuators 40, 42, the cut lines 70, 72 are moved toward the lowermost part of the door mirror of an advancing vehicle, and the present routine is finished.

(0054) The vehicle recognition regions is thus set in this manner in the present embodiment in order to recognize when a preceding vehicle is present on the road in the forward direction of the vehicle from an image picked up with a TV camera. At the same time, a preceding car is recognized when the vehicle recognition region is changed according to the vehicle velocity and the shape of the road, the position of the lowermost part of the door mirror is detected based on the distance  $X_n$  from the edge center position of the tail lamp, and since the cut lines 70, 72, being the limiting lines of the non-illuminated region in this position, are moved, this makes it possible to extend the range illuminated by the headlamps up to the limiting range in which no glare will be inflicted upon a driver of a preceding vehicle 11. Because the visibility is improved

for the driver thanks to the fact that the range of the illumination is extended in this manner, an optimal illumination can thus be applied with the headlamp of the actual car 10.

(0055) The following is an explanation of Embodiment 2 of this invention. While a preceding vehicle was recognized from the image in front of the vehicle 10 in Embodiment 1, the light distribution is controlled in Embodiment 2 when an oncoming vehicle 11A is recognized. In addition, an explanation of the same parts as those in Embodiment 1 will be omitted in the construction of Embodiment 2 as these parts are labeled with the same symbols.

(0056) The following explanation relates to Embodiment 2 of this invention. First, when a driver turns on a light switch, not shown in the figure, and headlamps 18, 20 are turned on, the main control routine is run in each specified type period as indicated in Figure 22. During step 400 of this control routine, a subroutine is realized for recognition of an oncoming vehicle (see Figure 23) and a preceding vehicle is recognized. When this oncoming vehicle 11 is recognized, during the next step 500, a subroutine is run to detect the eye point of the driver of an oncoming vehicle (see Figure 28). After this eye point has been detected, during the next step 600, light distribution control is applied to head lamps 18, 20 with a light distribution control subroutine (see Figure 31) and the present routine is finished.

(0057) Subroutine 400 will be explained in detail next. First, during step 402, the preceding vehicle recognition subroutine (Figure 8) is realized from step 202 to step 208 (Figure 8). Specifically, the white line detection window region  $W_{SD}$  is set, the edge points inside this region  $W_{SD}$  are detected, Hough transform is realized and approximately straight lines 142, 144 are determined along the white line 122 of a road which runs roughly in a straight line.

[page 8]

(0058) Next, in step 404, the displacement amount A in the horizontal direction is read using as a standard intersecting point  $P_p$  of the determined roughly straight lines 142, 144, and intersecting point  $P_o$  of an approximately straight line using a straight line as a standard.

(0059) Next, in step 406, it is determined whether  $A_2 \geq A_1$  and if it is determined that the road 122 is an approximately straight line, the vehicle velocity V of the vehicle 10 is read (in step 408). During the next step 410, in order to set a recognition region  $W_{PO}$  for an oncoming vehicle according to read the vehicle speed V, a correction width  $\alpha_{RO}$  is set for the right side to correct the position of the approximately straight line. Specifically, the correction width is increased if the oncoming car is traveling at a low speed in the same manner as with the recognitions of a preceding vehicle described above, and the width is decreased if the car is traveling at a high speed (see Figure 24). In this case, the oncoming vehicle recognition region  $W_{PO}$  is set to wider than during travel at a high speed.

(0060) During the next step 412, recognition processing is applied to the oncoming vehicle 11A using the lower limit line 130 and approximately straight line 144 is set together with the

correction width  $\alpha_{RO}$ , and when the vehicle recognition region  $W_{PO}$  is set, the present routine is finished (see Figure 27).

(0061) When a negative determination is made in said step 406, during step 414, a decision is made whether a right curve road or a left curve road is present by determining whether the relationship  $A > A2$  is applicable. If the decision is positive, it is determined that road with a right curve is present, the vehicle velocity  $V$  of the vehicle 10 is read (step 416), and the correction value  $\alpha_{RO}$  is determined for the correction width  $\alpha_{RO}$  corresponding to the read vehicle velocity  $V$  (step 418, see Figure 24). Next, in step 420, gain  $G_{RO}$  is set in order to set of the car recognition region corresponding to the displacement amount  $A$ , which is the extent of the curve of the road (see Figure 25). In step 422, in order to set the final oncoming car recognition region  $W_{PO}$  based on the determined correction value  $\alpha_{RO}$  and gain  $G_{RO}$ , correction width  $\alpha_{RO}$  is set for the right side to correct the displacement of the approximately straight line. During the next step 424, recognition processing of the oncoming vehicle 11A is conducted using the determined correction width  $\alpha_{RO}$ , the vehicle recognition region  $W_{PO}$  is set, and the present routine is completed.

(0062) On the other hand, when the result in step 414 is a negative determination, the road will be considered to have a left curve, the operation will proceed with step 426 and the vehicle velocity  $V$  of the vehicle 10 will be read. Next, the correction value  $\alpha_{RO}$  corresponding to the read vehicle velocity  $V$  is determined (step 428, see figure 24), and the gain  $G_{RO}$  corresponding to the displacement amount  $A$  is set (step 430, see Figure 26). During the next step 432, the correction width  $\alpha_{RO}$  is set for the final window region based on the determined correction value  $\alpha_{RO}$  and gain  $G_{RO}$ , the vehicle recognition region  $W_{PO}$  is determined with recognition processing of the preceding vehicle using the determined correction width  $\alpha_{RO}$  (step 434), and the present routine is completed.

(0063) In addition, according to this embodiment, the relationship shown in said Figure 24 is stored as a velocity map, the relationship shown in Figure 25 is stored as a left GR map, and the relationship shown in Figure 26 is stored as a right GR map.

The following is a detailed explanation of step 500. When the oncoming recognition region  $W_{PO}$  is determined as described above, the operation proceeds with step 504 and image 120, which is the input image, is converted to a binary system (see Figure 29 (1)). Specifically, since the light obtained from the headlamps of an oncoming vehicle is obtained in the form of straight line light rays, a comparison of the characteristics of the light can be easily performed, so that a bright region (for example data 1) can be set in a region exceeding a specific threshold value of the image 120 (for instance a value corresponding to 90% of the peak brightness), and a dark region can be set for a region below this threshold value (for example as data 0), creating a binary system (see Figure 29 (2)). Next, expansion and contraction processing is repeated a specified number of times (3 times in the present embodiment), and irregularities are eliminated (step 506). Specifically, all the border image elements are removed from the bright region, contraction processing is conducted, single occurrences are excluded and contraction processing is conducted, which is followed by a reversed processing in which the border image elements are proliferated in the direction of the background, single occurrences are expanded and expansion

processing is carried out, and individual regions having a weak link are separated from each other, while at the same time, fine irregularities are excluded from the border part between the bright region and the dark region.

(0064) During the next step 508, labeling is applied to each bright region from which these fine irregularities were excluded (see Figure 29 (3), symbols 1 ~ 3). Next, the center of gravity position and the surface area of each of the bright regions labeled during step 510 is calculated in image element units. This center of gravity position can be calculated from the X coordinate value and from the Y coordinate value of each image element included in the bright region. In addition the surface area can be calculated by counting the number of the image elements which are included in the bright region. In this case, as shown in Figure 29 (3), the center of gravity value of the bright region is labeled with code 1 ( $X_1, Y_1$ ), and the surface area is labeled  $S_1$ . In the same manner, the bright area which is labeled with code 2 has center gravity values ( $X_2, Y_2$ ), and a surface area  $S_2$ , while the bright area labeled with code 3 has center of gravity values ( $X_3, Y_3$ ), and a surface area  $S_3$ .

(0065) In this case, since an oncoming vehicle 11A is normally equipped with a pair of headlamps on the left and on the right, the light which is directed toward the car itself and with which the car is illuminated will form a bright region with a specified interval corresponding to this pair of headlamps and one car width, roughly in the horizontal direction. Accordingly, if a bright region is detected with a specific interval corresponding to a pair and to the car width roughly in the horizontal direction from the image 120, there is a high probability that this one pair of bright regions represents the headlamps of an oncoming vehicle. Therefore, during the next step 512, when the center of gravity coordinates are roughly identical, and the entire pair of bright regions is detected below a specified value corresponding to the vehicle headlamp interval with the coordinate distance of coordinate X, a candidate headlamp region is set for an oncoming vehicle 11A. In this case, this region will correspond to the bright region pair A. (see Figure 29 (3)).

(0066) Also, if the headlamp is mounted in a lower position of the vehicle than is usually the case, even if the light obtained from the headlamps is reflected by the road or by the surface of the travel path and the like, the light will provide illumination in front of the vehicle. Accordingly, when an oncoming vehicle 11A is present, a bright region will be formed below the direct light (a pair of bright regions) emitted from the headlamps, and in a specified position (road surface). Because of that, as long as a bright region is present on the side below a pair of bright regions, the presence of an oncoming vehicle 11A can be recognized with a high probability. Also, these bright regions can be formed with different shapes depending on the condition of the road surface.

[page 9]

For example, if the road is an asphalt road or a similar type of paved road, the light emitted from one pair of headlights will be dispersed on the surface of the road so that one bright region is

formed (Figure 29). In addition, with a high reflectance of the road surface due to rainy weather and similar factors, the light emitted from each headlamp in a pair of headlamps will be reflected from the road surface so that a second bright region can be formed on the road surface (see Figure 30 (1)). Accordingly, during the next step 514, if a pair of bright regions is detected, corresponding to 1 ~ 2 individual bright regions having a surface area exceeding a specified value on the side below the bright region located inside the candidate bright regions (a pair of bright regions) of the an oncoming vehicle 11A, the headlamps of the oncoming vehicle 11A are recognized, and it will be recognized that an oncoming car 11A is present. Specifically, in the case shown on Figure 29, when the pair A of bright regions is recognized based on the presence of a bright region (code 3) corresponding to the bright regions of the bright region pair A (bright region code 1, 2), the presence of an oncoming vehicle 11A is recognized. In addition, during rainy weather or in similar circumstances, as shown in Figure 30 (2), the presence of an oncoming vehicle 11A will be recognized when the headlamps of an oncoming vehicle 11A is recognized which has a pair B of bright regions, based on the presence of bright regions (code 6, 7) corresponding to the bright region pair B (code 4, 5). When an oncoming vehicle is recognized with a similar method, the marker on the side of an oncoming vehicle is based only on one pair of bright regions, but if there is a marker which is formed by the reflected light due to a presence of an object such as a utility pole or the like, an object such as a utility pole may be in some cases recognized as an oncoming vehicle. On the other hand, if the light which reaches the car itself directly is light reaching the car itself from the headlamps of an oncoming vehicle, and light reflected from the road surface reaches the car itself, if an oncoming vehicle is present, the fact that combinations of pairs of bright regions with bright regions corresponding to this pair of bright regions will be present should be taken into account.

(0067) Therefore, when an oncoming vehicle 11A has been recognized, the headlamp edge center positions  $P_a (X_a, Y_a)$ ,  $P_b (X_b, Y_b)$  are detected during the next step 516. The marker value  $Y_a$  in this headlamp edge center position is determined as the mean value of the Y coordinate value in the lowermost position and of the Y coordinate value in the uppermost position in the Y direction of the straight lines 142R, 142L on the outermost side in the car width direction, detected during recognition processing of the presence of an oncoming vehicle 11A in step 514. Coordinate values  $X_a$ ,  $X_b$  are the coordinate values determined in the X direction of the straight lines 142L, 142R. Next, during step 518, the distance  $X_n$  between both head lamp edges is determined by subtracting the coordinate value  $X_a$  from the coordinate value  $X_b$ . In the next step 520, the distance  $\epsilon_a$  is determined in the Y direction from the ground position of the front contour of an oncoming vehicle (coordinate  $Y_b$ ) determined by multiplying the distance  $X_a$  by constant  $\beta$ , to the eye point of the driver, which is the optimal position for the cut line. In this case, the constant  $\beta$  is determined as follows. Specifically, with multiple passenger cars, when the ratio is measured between said vehicle edge distance  $X_a$  and the distance  $\epsilon_a$  from the ground position of the front contour of an oncoming vehicle up to the eye point of the driver, a roughly constant value of 0.6 is obtained as disclosed in Formula (2). In addition, instead of using the light edge center position of the headlamp in this manner is a standard, the ground position of the front contour of an oncoming car can be used as a standard so that the distance  $\epsilon_a$  up to the eye point A of the driver is detected. Because the information about an oncoming vehicle when an oncoming vehicle is filmed with the TV camera 22 relates mainly to the light from the headlamps, while there may be differences in the position of the headlamps depending on the

type of the car, the distance  $\epsilon_a$  from the ground position of the front contour of an oncoming car to the eye point of the driver is normally constant in passenger cars.

$$X_a / \epsilon_a = 0.6 \quad (2)$$

During the next step 522, the coordinate value  $Y_b$  is detected for the ground position of the front contour of an oncoming vehicle. This coordinate  $Y_b$  is a median value corresponding to the bright regions in the pair of bright regions having the coordinate value  $Y$ , or the  $Y$  coordinate value of the pair of bright regions. Specifically, if it is not raining, as shown in Figure 29 (3), the light emitted direction from an oncoming vehicle onto the car itself is determined as a median value based on the determined coordinate  $Y_1$  and based on the determined coordinate  $Y_2$ , and also from the median value of the coordinate  $Y_b$  detected based on the illumination light emitted from the car itself. If it is raining, as shown in Figure 30, the light is determined from the median value of the median values of the respective  $Y$  coordinates in the pair of bright regions. Next, during step 524, the coordinate value  $Y_a$  of the eye point A is determined by adding the distance  $\epsilon_a$  to the coordinate  $Y_b$  and the present routine is completed.

(0068) Recognition processing of an oncoming vehicle 11A is thus conducted in the oncoming vehicle recognition region  $W_{PO}$ , determined according to the vehicle velocity and the extent of the curve of the road. During this recognition processing, respective bright regions corresponding to a pair of headlamps are detected even if multiple light spots are formed with the light reflected from the exterior of the vehicle and from exterior lamps in the picture (image) taken with the TV camera 22. Also, the headlights of an oncoming car will be recognized even if a bright region is present in a reflected region, which is reflected from the road surface in which this pair of bright regions is present in the downward position, so that the oncoming car will be recognized. Therefore, the present embodiment makes it possible to extract only a region having the level of brightness which is highly likely to be that of an oncoming vehicle, enabling to recognize an oncoming vehicle with a higher reliability level.

(0069) Step 600 is now explained in detail. After the coordinate value  $Y_n$  of the eye point has been detected, a control subroutine is run to control the distributed light of the headlamps (see Figure 31). The processing of distributed light from step 602 to step 608 is controlled in the same manner as during processing performed to prevent glare from being inflicted on the driver of a preceding vehicle during the processing described above (from step 302 to step 308), so that control values  $DEG_L$  and  $DEG_R$  are set by the actuator 40 in response to the cut line control on the right side and on the left side according to respective coordinate values  $Y_n$ ,  $Y_n'$ . In step 510, because control is exercised with the actuator according to the control values  $DEG_R$ ,  $DEG_L$  set by the actuator, actuators 40, 42 move the shielding cam, the cut lines 70, 72 are moved to the eye point A of the driver of an oncoming vehicle, and the present routine is completed.

[page 10]

(0070) Therefore, when the eye point of the driver of an oncoming vehicle is detected in the

present embodiment, because the cut lines 70, 72, being the limiting lines of the non-illuminated region in this position, are maintained by the actuator in this position, the limiting range of the headlamp illumination can be extended without inflicting glare upon the driver of an oncoming vehicle. This makes it possible to improve the visibility of the driver thanks to an expanded illuminated range, enabling to apply optimal illumination with the headlamps of the actual car 10.

(0071) Also, although the illuminated range was controlled with a shielding cam in the front of the vehicle in the example explained above, it is also possible to shield the headlamps with a shielding plate or with a shutter. Moreover, although the light distribution was controlled with shielding of the light of the headlamps, it is also possible to deflect the optical axis of the light emitted from the headlamp.

(0072) Furthermore, although in the case explained in the embodiment above, the traffic rules for oncoming vehicles applied to a case when vehicles travel so that an oncoming vehicle will be present on the right side of the car itself and passing is allowed by the traffic rules on the left side, this invention is not limited by these rules, as it can be easily applied also when vehicles are passing on the right side.

(0073) Further still, although in the embodiment explained above, white line data, which was stored for a given road as the initial data, included data obtained during traveling on a road in a straight line, in which the lines were created on level ground and with a specific width on both side of the vehicle, it is possible to set a standard region also for a case when the white line detection is not performed during image detection. Since this data can be also stored with a plurality of patterns, the recognition region can be also set by the driver.

(0074) Further, although according to the example explained in the embodiment above, the headlamps of an oncoming vehicle and the tail lamps of a preceding vehicle were detected from a gradated image recorded with a black and white TV camera, the detection can be also achieved with an image device equipped with a color CCD or the like (color TV).

(0075) Also, while the example explained in the embodiment above pertained to a case when tail lamps having a rectangular shape and the edge center position of headlamps were detected, the invention is not limited by this explanation as it is also possible to detect the position on the outermost part of round tail lamps and head lamps.

(0076) Further still, while in Embodiment 1 above, the position of the lowermost part of the door mirror of a preceding car was determined as a standard for the edge center position of the tail lamp, the invention is not limited by this, as it is also possible to use the standard of the edge uppermost position or of the edge lowermost position. Also, although in Embodiment 2 explained above, the distance from the ground position of the front contour of an oncoming vehicle to the eye point of the driver of an oncoming vehicle was determined as a standard for the edge center position of the headlamps, the invention is not limited by this, as is it also possible to use the uppermost edge position or the lowermost edge position as a standard. Moreover, the value of the constant  $\beta$  must be changed in this case to correspond to the position

of the standard set in this manner.

(0077) Also, although it was explained in Embodiment 1 that control was exercised not to cause glare for the driver of a preceding vehicle, and in Embodiment 2, control was exercised not to inflict glare upon the driver of an oncoming vehicle, the invention is not limited to these individual explanations, as it is also possible to exercise control to prevent glare from being caused both to the driver of a preceding vehicle and of an oncoming vehicle. Furthermore, in this case, because the preceding car region and the oncoming car region are recognized with respective settings for the preceding car region and oncoming car region, the limiting illumination range of the head lamps can be set so that the cut line is set in the lowermost position in the position of the eye point of the driver of an oncoming vehicle and in the lowermost position of the fender mirror, or of the door mirror of the preceding vehicle.

(0078) Also, while in the embodiment above, to prevent glare from being inflicted upon a driver of a preceding vehicle, the cut line was positioned below the lowermost part of the door mirror or of the fender mirror (excluding the inner mirror or room mirror), set as the lowermost position of a preceding car, which is an optimal position for the cut line, the invention is not limited by this explanation. It is also possible to set the cut line in a position determined as the position below the door mirror or the fender mirror, and above the tail lamp. Further, to prevent glare from being inflicted upon the driver of an oncoming vehicle, the cut line can be positioned also below the eye point of the driver of an oncoming vehicle and above the ground point of the front contour of the oncoming vehicle.

(0079)

(Effect of the Invention)

As was explained above in the description of claim 1, because a borderline changing means is created, controlling the borderline so that it is positioned as a borderline between the illuminated region and the non-illuminated region in a position below the mirror, while recognizing the rear by the position of a mirror in a position created in the lowermost position of a preceding vehicle, or in the lowermost position of a preceding car, above the tail lamp, or in the position of the mirror, while recognizing the rear in the lowermost position of a preceding car, this makes it possible to expand the headlamp illumination range without causing glare for the driver of a preceding car, and the visibility in the forward direction of the driver of the car itself can be improved.

(0080) In accordance with the explanation provided in the description of claim 2, because a means is created, controlling said borderline so that the borderline between the illuminated region and the non-illuminated region is created below the position of the eye point of the driver of an oncoming vehicle, and above the ground position of the front contour of an oncoming vehicle, or the eye point of the driver of an oncoming vehicle, the illumination range of the headlamp can be extended without inflicting glare upon the driver of an oncoming vehicle, enabling to improve the visibility in the forward direction of the driver of the car itself.

(Brief Explanation of Figures)

(Figure 1)

A perspective view of a vehicle seen from the front showing the front part of a vehicle using an embodiment of this invention.

(Figure 2)

A perspective view of the approximate construction of the headlamp compatible with this invention.

[page 11]

(Figure 3)

A cross-sectional view indicating the approximate construction of a head lamp (line I – I in Figure 2).

(Figure 4)

A block diagram showing the approximate construction of a control device.

(Figure 5)

An image diagram explaining the course during which a preceding vehicle is recognized based on image signal output with a TV camera filmed during daytime.

(Figure 6)

A flowchart explaining recognition routine for recognition of a preceding vehicle based on image signal of a TV camera filmed during daytime.

(Figure 7)

A flowchart explaining the main control routine in Embodiment 1.

(Figure 8)

A flowchart explaining the control routine for recognition of a preceding vehicle in Embodiment 1.

(Figure 9)

A diagram showing the window region during the white line recognition operation.

(Figure 10)

A diagram explaining white line recognition.

(Figure 11)

An image diagram explaining fluctuations of the vehicle recognition region according to the vehicle velocity.

(Figure 12)

A diagram explaining the relationship between the vehicle velocity in Embodiment 1 and the correction width (correction value) of the window region.

(Figure 13)

A diagram explaining the relationship between the extent of the right curve in the road and the gain determining the correction width on the right side of the window.

(Figure 14)

A diagram explaining the relationship between the extent of the right curve in the road and the gain determining the correction width on the left side of the window.

(Figure 15)

An image diagram showing the correction width and the window region pertaining to a curved road with a different radius of curvature.

(Figure 16)

An image diagram explaining displacement of the cut line by an actuator.

(Figure 17)

A diagram showing the relationship between the extent of the left curve in the road and the gain determining the correction width on the right side of the window.

(Figure 18)

A diagram showing the relationship between the extent of the left curve in the road and the gain determining the correction width on the left side of the window.

(Figure 19)

A flowchart showing the light distribution control subroutine in Embodiment 1.

(Figure 20)

A diagram explaining the relationship between the Y coordinate value in the image of the door mirror and the actuator control value DEG.

(Figure 21)

An image diagram providing supplementary explanation of the relationship between the cut line and the position of the door mirror on the left side.

(Figure 22)

A flow chart showing a control subroutine in Embodiment 2.

(Figure 23)

A flowchart showing a processing routine for setting of the vehicle recognition region for an oncoming vehicle in Embodiment 2.

(Figure 24)

A diagram showing the relationship between the vehicle velocity and the correction width (correction value) of the widow region.

(Figure 25)

A diagram showing the relationship between the extent of the left curve in the road and the gain determining the correction width on the right side of the window in Embodiment 2.

(Figure 26)

A diagram showing the relationship between the extent of the right curve in the road and the gain determining the correction width on the right side of the window in Embodiment 2.

(Figure 27)

An image diagram showing the vehicle recognition region for an oncoming vehicle in Embodiment 2.

(Figure 28)

A flowchart showing the eye point detection subroutine in Embodiment 2.

(Figure 29)

An image diagram explaining the process of the recognition of an oncoming vehicle relating to Embodiment 2.

(Figure 30)

An image diagram showing an image of an oncoming vehicle filmed during rainy weather, etc., and a bright region due to the headlamp.

(Figure 31)

A flowchart explaining a subroutine for light distribution in Embodiment 2.

(Figure 32)

Figure 32 (a) is a diagram showing the distance between the tail lamp edges of a preceding car and the distance from the tail lamp to the door mirror, Figure 32 (b) is a diagram showing the relationship between the distance of the headlamp edges of an oncoming vehicle and the eye point.

(Explanation of Symbols)

- 18, 20 headlamps
- 40, 42 actuators
- 22 TV camera
- 48 image processing device
- 50 control device
- 66 vehicle velocity sensor
- 100 car travel detection device

Figure 2

40, 42 actuators

Figure 3

[page 12]

Figure 1

18, 29 headlamps  
22 TV camera

Figure 7

START  
200 preceding vehicle recognition  
300 light distribution control  
END

Figure 4

48 image processing device  
58 input port  
60 output port  
64 driver  
  
48 signal processing device  
50 control device  
66 vehicle velocity sensor  
100 car travel detection device

Figure 5

(5) integral value

[page 13]

Figure 6

(A) START  
610 setting for the vehicle recognition region  
(lane detection)  
620 preceding vehicle recognition processing  
630 cruise control  
(B) END

Figure 9

Figure 10

Figure 11

- (3) low speed
- (4) high speed

Figure 12

- (5) correction amount
- (6) vehicle velocity V

Figure 13

- (1) gain
- (2) displacement A

Figure 14

- (10) gain
- (11) displacement A

Figure 15

- (12) large right curve curvature radius
- (13)  $\alpha_L$ : large
- (14) small right curve curvature radius
- (15)  $\alpha_R$ : large
- (16)  $\alpha_L$ : large
- (17)  $\alpha_R$ : large

Figure 17

- (7) gain GR
- (8) (for right curve)
- (9) displacement amount A

Figure 18

- (19) gain GL
- (20) displacement A

Figure 20

- (21) control value

Figure 24

- (22) correction amount
- (23) vehicle velocity V

[page 14]

Figure 8

- START
- 202 setting for white line detection window
- 204 edge detection
- 206 straight line approximation (Hough transform)
- 208 the extent of the curve in the road is calculated
- 212 the velocity V of the car itself is read
- 214 the window correction width is read
- 216 the vehicle recognition region is read
  
- 220 the velocity V of the car itself is read
- 222 the correction value is read
- 224 the correction gain is read
- 226 the window correction width is calculated
- 228 the vehicle recognition region is set
  
- 230 the vehicle velocity V is read
- 232 the correction value is read
- 234 the correction gain is read
- 236 the window correction width is calculated
- 238 the vehicle recognition region is set
  
- 240 preceding car recognition
- 242 tail lamp position detection
- 244 calculation
- 246 calculation

248 calculation  
END

Figure 19

```
START
302 DEGL is set based on Ym
304 calculation
306 calculation
308 DEGR is set based on Ym'
310 actuators are controlled based on DEGL, DEGR
END
```

Figure 22

```
START
400 oncoming vehicle recognition zone setting
500 driver eye point detection
600 light distribution control
END
```

Figure 25

[left axis] gain G<sub>R</sub>  
[right axis] displacement A

Figure 26

[left axis] gain G<sub>L</sub>  
[right axis] displacement A

[page 15]

Figure 16

- (1) according to 42
- (2) non-illuminated region
- (3) according to 40

- (4) illumination
- (5) region
- (6) center

Figure 21

- (7) center

Figure 23

```
        START
402  preceding car recognition
404  the extent of the curve in the road is read
408  vehicle velocity V of the car itself is read
410  the window correction width is read
412  the vehicle recognition region is set

416  the vehicle velocity V of the car itself is read
418  the correction value is read
420  the correction gain is read
422  the window correction width is calculated
424  the car recognition region is set

426  the vehicle velocity V of the car itself is read
428  the correction value is read
430  the correction gain is read
432  the window correction width is read
434  the vehicle recognition region is set
      END
```

[page 16]

Figure 27

Figure 29

Figure 28

```
        START
504  binary system of the input image is created
505  irregularities are eliminated
```

508 labeling  
510 center of gravity and surface area are calculated  
512 oncoming vehicle line candidates are detected  
514 oncoming vehicle determination  
516 headlamp edge position detection  
518 calculation  
520 calculation  
522 Y coordinate value  $Y_b$  of the tire setting position is detected  
524 calculation  
END

[page 17]

Figure 30

Figure 31

START  
602  $DEG_L$  is set based on  $Y_n$   
604 calculation  
606 calculation  
608  $DEG_R$  is set based on  $Y_n'$   
610 actuator control based on  $DEG_L$ ,  $DEG_R$   
END

[page 18]

Figure 32

VERIFICATION OF A TRANSLATION

I, the below named translator, hereby declare that:  
My name and post office address are as stated below:

Stephen V. Vitek, 1204 False Creek Way, Chesapeake, VA 23322

That I am knowledgeable in the English language and in the language in which the below identified international document was written, and that I believe the English translation of the attached document:

**Japanese Unexamined Patent Application No. 7-32936, "HEADLIGHT ILLUMINATION RANGE CONTROLLING DEVICE", patent applicant Toyota Motor Corporation**

is a true and complete translation of the above identified document.

I hereby declare that all statements made herein are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the document.

Date: October 12, 2005

Stephen V. Vitek

Full name of translator

*Stephen V. Vitek*

\_\_\_\_\_  
Signature of translator